



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

Num 482^{re}

ARTILLERIE

DEScriptive ET THÉORIQUE,

PAR

J. HEUSSCHEN,

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE MILITAIRE DE BRUXELLES, RÉPÉTITEUR DU COURS D'ARTILLERIE A LADITE ÉCOLE.

TOME PREMIER.

981

BRUXELLES.
DELEVINGNE ET CALLEWAERT,
Chaussée d'Ixelles, 90.

1849

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT



032

Ma 482A

981

ARTILLERIE

DESCRIPTIVE ET THÉORIQUE.

Bruxelles. — Impr. de Delevingne et Callewaert.

ARTILLERIE

DESCRIPTIVE ET THÉORIQUE,

PAR

J. HEUSSCHEN,

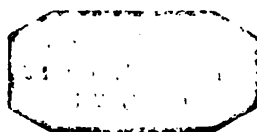
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE MILITAIRE DE BRUXELLES, RÉPÉTITEUR DU COURS D'ARTILLERIE À LA MÊME ÉCOLE.

TOME PREMIER.



BRUXELLES.
DELE Vingne et Callewaert,
Chaussée d'Isolée, 90.

1849



La science de l'artillerie touche à presque toutes les branches des connaissances humaines; les nombreux détails qu'elle comporte offrent à l'étude une vaste carrière, et l'examen approfondi d'une seule de ses parties exige un long travail.

Les plus savants artilleurs ont généralement traité des branches isolées, auxquelles ils s'étaient plus spécialement attachés, en sorte que la première difficulté de cette étude tient à la multiplicité des ouvrages à consulter; et si à force de recherches on parvient à rassembler tous les faits épars dans divers ouvrages, on pourra connaître l'artillerie des puissances étrangères, mais on ne connaîtra point la nôtre, qui cependant mérite à plus d'un titre de fixer l'attention.

En cherchant à combler cette lacune, je n'ai pas eu la prétention de faire un livre entièrement neuf; car j'ai puisé une foule de renseignements dans les écrits de MM. Piobert, Morin, Didion, Migout et Bergery, Scharnhorst, etc., et dans les leçons professées à l'école militaire par M. le capitaine Colignon. J'espère donc que, me tenant compte de l'intention qui m'a dirigé, mes lecteurs voudront bien ne pas croire que j'ai voulu déguiser mes emprunts en négligeant d'indiquer les sources.

Dans ce travail, j'ai écarté avec soin les théories dont les démonstrations sont empruntées aux mathématiques supérieures, afin de le mettre à la portée des personnes peu familiarisées avec ces sciences ; d'ailleurs l'application de la mécanique et du calcul infinitésimal à l'artillerie est plutôt du domaine de la *balistique*. Pour ne pas trop étendre le texte, je n'ai fait qu'indiquer certaines propositions faciles à démontrer.

J'ai divisé ce volume en cinq livres.

Dans le premier chapitre du premier livre, j'examine les armes blanches offensives en usage dans l'armée belge, et je discute leurs formes et dimensions ; le second chapitre se rapporte aux armes blanches défensives.

Le premier chapitre du second livre passe en revue les armes à feu portatives, et indique les principes qui servent de base pour leur fabrication¹ ; le second livre traite des grosses armes à feu, des principes de construction des bouches à feu et de leurs affûts, donne la classification des bouches à feu et des projectiles de l'artillerie ; le troisième chapitre renferme la description des bouches à feu de siège et de leur mode de chargement ; le quatrième s'occupe de l'artillerie de place et de côte ; le cinquième, de l'artillerie de campagne.

Les sept chapitres du livre suivant sont consacrés au tir des diverses armes à feu ; la théorie du pointage et du tir y est exposée et l'on y trouve la description des instruments de pointage ; les circonstances dans lesquelles il faut faire choix des différentes espèces de tir sont indiquées.

¹ L'excellent ouvrage qu'a publié M. le colonel Timmerhans sur la poudre à canon, m'a dispensé d'entrer dans des détails au sujet de la force motrice des armes à feu.

Le quatrième livre est le complément du troisième ; à propos de l'efficacité du tir, toutes les armes à feu nouvelles et les perfectionnements apportés récemment aux différents services de l'artillerie sont examinés. Ce livre est surtout destiné à faire ressortir les particularités qui doivent fixer l'attention, pour être à même de tirer le meilleur parti possible des armes à feu, et à signaler certaines branches de l'artillerie qui attendent encore des perfectionnements.

Enfin le cinquième livre complète l'étude du matériel de l'artillerie ; dans le premier chapitre sont réunis tous les renseignements qui constituent la théorie des voitures et leurs principes de construction : les attelages, indispensables à la conduite des voitures, rentrent naturellement dans ce cadre : le second chapitre, s'occupant des équipages de siège, renferme la description et la nomenclature de toutes les voitures des parcs de siège ; le troisième comprend le même travail sur le matériel des places ; le quatrième traite des équipages de campagne.

Cet ouvrage forme la première partie d'un travail plus complet, que je me propose de publier dans la suite, si je rencontre chez mes camarades l'indulgence sur laquelle j'ai dû compter pour publier ce volume.



INTRODUCTION.

Les premières armes, créées pour les besoins de la vie ou enfantées par le génie de la guerre, étaient très-grossières; peu à peu, les progrès des arts et des sciences les approprièrent mieux à leur destination, et l'on peut dire qu'elles ont généralement atteint aujourd'hui un haut degré de perfection; quelques-unes laissent encore à désirer sous certains rapports, et il n'est donné à personne de prévoir où s'arrêteront leurs améliorations successives.

Il serait difficile d'en tirer bon parti, de les construire, de les réparer ou de les améliorer, si l'on ne savait parfaitement la composition, l'objet et les qualités distinctives de chacune des parties constituantes des différentes espèces d'armes. Dans le but d'arriver à cette connaissance approfondie, nous allons étudier les armes en usage dans l'armée belge; mais pour procéder méthodiquement, il faut avant tout les ranger par genres et par espèces.

On divise les armes en deux grandes classes :

1° Les *armes de main*, exclusivement destinées à porter des coups dans les combats corps à corps, ne peuvent étendre leurs effets à plus de 2 ou 3 mètres de distance.

2° Les *armes de jet*, qui agissent par leurs projectiles lan-

cés à des distances plus ou moins grandes, sont ordinairement employées pour combattre un ennemi éloigné.

Les seules armes de main usitées dans les armées modernes sont les *armes blanches* : lames métalliques, affectant des formes aigues ou tranchantes ; cependant on a coutume de ranger parmi les armes blanches des vêtements de métal destinés à garantir le corps des coups de l'ennemi et désignés sous le nom d'*armes blanches défensives*, par opposition aux autres dont le rôle est principalement *offensif*.

Il y a également deux espèces d'armes de jet : la première comprend les *armes de jet portatives*, assez légères pour être transportées et mises en jeu par un seul homme ; la seconde, désignée par la qualification d'*artillerie*, comporte toutes les *armes de jet mobiles*, c'est-à-dire celles qui, pour être amenées et servies sur le lieu du combat, exigent par leur poids considérable l'emploi de machines et le concours d'un certain nombre d'hommes.

Ceci posé, nous examinerons successivement les diverses espèces de chaque genre employées dans notre armée.



LIVRE PREMIER.

ARMES BLANCHES.



CHAPITRE PREMIER.

ARMES BLANCHES OFFENSIVES.



Toutes les armes blanches offensives n'agissent point de la même manière : c'est pourquoi l'espèce comprend plusieurs familles que l'on distingue par des dénominations différentes.

On les dit *tranchantes*, quand elles ont uniquement pour objet de couper ; on les dit *aiguës* ou *d'estoc*, si elles ne peuvent agir que de la pointe.

La plupart de nos armes blanches offensives permettent d'user indifféremment de la pointe ou du tranchant, et sont pour cette raison désignées sous le nom d'*armes d'estoc et de taille* : les *sabres* des guides, de la cavalerie légère, de la grosse cavalerie et de l'infanterie, en usage dans l'armée belge, appartiennent à cette catégorie.

Les *épées* rentrent dans la catégorie des armes d'estoc.

Une arme d'estoc, emmanchée à l'extrémité d'une hampe quelconque, devient une arme d'*hast*.

Les armes d'*hast* employées dans notre armée sont au nombre de deux : la *lance* et le *fusil*, quand ce dernier est armé de sa *baïonnette*.

Les vêtements et les parties osseuses du corps, mettant obstacle à l'effet des coups de tranchant, on aura plus de chance de faire des blessures profondes avec un instrument aigu, qui entrera plus facilement dans les parties solides; d'ailleurs, les lésions produites par les coups de pointe dans les organes, sont beaucoup plus dangereuses que les blessures peu profondes faites dans les parties musculaires du corps par les coups de taille.

Par suite, toutes les armes blanches offensives seront établies de manière à faciliter les coups de pointe, même, s'il le faut, au détriment des qualités tranchantes, dont l'importance est plutôt secondaire : toutefois suivant la nature du service des troupes, leurs armes seront plus ou moins tranchantes; en arrêtant leur forme, leur poids, et surtout en le répartissant sur leur longueur, on ne perdra pas de vue qu'une arme est plus gênante qu'utile, si son maniement est incommode ou fatigant.

Sabres de cavalerie légère et d'artillerie à cheval.

Indépendamment des conditions qui précèdent, applicables à toutes les armes blanches offensives, les sabres doivent réunir d'autres qualités; ainsi, ils couvriront la main du cavalier et faciliteront les parades; leur longueur sera proportionnée à la taille des chevaux; ils seront faits d'un métal dur et flexible, susceptible d'acquérir et de conserver un tranchant affilé; on l'assujettira simplement et solidement au corps de l'homme et à portée de sa main droite, et surtout de manière à ne pas le gêner quand il met pied à terre; enfin, pendant la marche, il sera renfermé dans une enveloppe.

Si l'on donne ces propriétés aux sabres, le soldat sera peu exposé à recevoir des blessures au poignet; il possédera non-seulement une arme offensive, mais une arme défensive pour éviter les coups dans la mêlée et dans les combats individuels; les hommes à pied ne seront pas à l'abri de ses coups, son arme ne se brisera pas dans la lutte; quand les circonstances ne lui permettront pas de donner à son arme les soins d'entretien nécessaires, elle ne perdra pas ses propriétés; mettant en un instant le sabre à la main, le cavalier sera promptement en mesure d'attaquer ou de se défendre; son arme sera peu exposée aux chocs accidentels, préservée de l'humidité et de la boue.

Le sabre de cavalerie légère du modèle français 1822 se compose de trois parties distinctes : la *lame*, en acier, constitue l'arme proprement dite; la *monture* facilite son maniement et garantit le poignet; le *fourreau*, en tôle, est destiné à protéger la lame contre les chocs des corps extérieurs et à la soustraire aux influences de l'intempérie de l'air.

La lame, longue de 0^m,92, est emmanchée dans la monture, par la *soie* en fer, rivée à son extrémité; les *épaulements du talon* et la *manchette* en cuir, interposée, lui donnent de la fixité dans la monture. Dans la longueur de la lame on distingue : près de la monture, le *fort*; plus loin, le *faible*, et à l'extrémité la *pointe*; le *dos* est opposé au *tranchant*; le *biseau* ou *faux tranchant* forme le dos de la pointe; latéralement, sur chaque face, le *plat*, évidé d'un *pan creux* au milieu et d'une *petite gouttière* vers le dos.

Si la lame était droite, elle exigerait une section très-aiguë pour effectuer aisément la séparation des muscles : cependant, en dirigeant obliquement le coup, de manière à glisser le tranchant sur le corps à couper, on obtiendrait l'effet d'un fil plus fin. Mais on a trouvé plus avantageux d'augmenter considérablement l'acuité du tranchant, sans pour cela diminuer l'épaisseur de la lame au delà des limites imposées par la solidité,

en la cambrant légèrement. Cette courbure donne déjà de l'obliquité au coup, et lorsqu'on imprime au sabre un mouvement de translation en avant, il tranche encore plus facilement; car de cette manière, l'arme ouvre la plaie avec son tranchant le plus aigu et l'achève par une partie moins acérée à la vérité, mais employée avec plus de force à mesure que la main se rapproche de la blessure.

Une simple figure géométrique suffit pour la démonstration de ces effets; il est facile de reconnaître l'influence de l'obliquité du coup et l'utilité de la cambrure pour cet objet.

L'obliquité du coup doit, toutes choses égales, être favorable à la séparation des fibres musculaires; en effet, elles ne sont plus alors soutenues par les couches inférieures, et le tranchant, qui n'est en réalité qu'une scie à dents très-rapprochées, en opère plus facilement la section. Une forte courbure est d'ailleurs favorable à la pénétration, car la lame a d'autant moins de fibres musculaires à trancher à la fois qu'elle est plus fortement cambrée.

L'acier convient particulièrement à la fabrication des sabres; ce métal jouit d'une grande élasticité et supporte une grande finesse de fil.

Quand on porte un coup de sabre, la lame doit rester dans le plan tracé par le tranchant; partant, une lame très-large serait avantageuse. Mais le sabre doit être léger, afin que la main puisse lui imprimer une grande vitesse. Le pan creux et la gouttière, ménagés sur chaque face de la lame, ont permis de lui donner une largeur suffisante sans augmenter son poids.

Dans ce sabre, la courbure de la lame n'est pas assez prononcée pour la rendre bien tranchante, et ne l'est pas trop pour empêcher de pointer; car dans le coup de pointe, la ligne d'impulsion, dirigée de la poignée à la pointe, s'approche de la bissectrice de l'angle du biseau. La flèche de la plus grande courbure est de 0^m,027.

Pour pointer dans les meilleures conditions, il faut tenir

l'arme le tranchant en haut; la partie pénétrante de la lame affecte alors la forme du chemin décrit par la pointe dans le coup, et pénètre plus facilement.

Les qualités d'arme d'estoc dont jouit ce sabre sont en partie dues à la rigidité procurée par le dos, vers lequel on a reporté la plus grande épaisseur du métal, et à l'attention que l'on a prise de placer au milieu du plat la plus forte épaisseur du faible et de la pointe, pour empêcher le rapprochement des chairs. Dans le même but, la pointe est raccordée par des courbes avec le dos et le tranchant.

La soie doit nécessairement être de fer pour la river.

La monture se compose : d'une *garde à coquille* et à trois *branches* en laiton; on a donné à la coquille une forme ovale et un *rebord* à sa face extérieure; son *bec* est abattu et une ouverture carrée donne passage à la soie; la *branche principale* ou de *devant* est située dans le plan de la lame; elle se termine par un *crochet à épaulements*; les deux *branches latérales* en S se rejoignent à mi-hauteur de la poignée et prennent, un peu plus haut, attache à la branche principale. La *poignée* sert à saisir l'arme; son *corps* est en bois de hêtre ficelé et recouvert d'une *basane* noire; le *filigrane* de laiton, enroulé en hélice sur la poignée, l'empêche de tourner dans la main; une des extrémités de la poignée présente un *encastrement* pour le crochet de la garde, le *logement* de la soie la traverse suivant son axe. La poignée repose par son *embase* sur la face intérieure de la coquille; elle est logée par son autre extrémité dans une *calotte* en laiton, surmontée d'un *bouton* en demi-olive et percée d'un *trou* pour la soie; sous le *bourrelet* la calotte est entaillée pour le crochet de la garde; sa *queue* enveloppe le dos de la poignée sur le tiers environ de sa longueur.

La garde couvre la main du cavalier et la garantit des coups venant de droite; c'est, en effet, de ce côté que l'on cherche à amener son adversaire, afin d'être plus libre dans ses mouvements, l'homme à cheval dirigeant sa monture de la main gauche.

Le filigrane de la poignée blesse la main; le petit doigt, sur lequel se dépense en majeure partie la vitesse centrifuge résultant de la rotation de l'arme, n'a pas un appui assez large et surtout assez lisse.

Les branches préservent passablement la main; mais, établies d'un seul côté, elles amènent le centre de gravité du sabre hors du plan de la lame, et la font tourner sur son plat quand on frappe du tranchant. La courbure de la lame remédie en partie à cet inconvénient; en effet, le centre de gravité étant placé vers le cinquième de sa longueur à partir du talon, si, dans un coup de tranchant, la lame est sollicitée à se coucher sur son plat, le centre de gravité, situé, en vertu de la courbure, au-dessous de la ligne de jonction de la poignée au point de contact ordinaire du tranchant avec le corps à couper, tendra à redresser la lame. L'impossibilité d'établir une garde symétrique des deux côtés a fait supprimer la garde, la remplaçant par une simple croisière dans certains sabres.

Dans la répartition du poids sur la longueur de la lame, il faut surtout avoir égard à la condition de faire produire au sabre son maximum d'effet, sans beaucoup fatiguer la main. Or pour cela il convenait, à cause de la courbure, d'établir, comme on l'a fait, le centre de percussion de l'arme vers le point choquant de la lame quand on porte un coup de taille, c'est-à-dire environ au tiers de la longueur à partir de la pointe. Le centre de percussion est situé sur le prolongement de la ligne de jonction du centre de gravité et de l'axe de rotation dans la poignée de l'arme.

Pour bien trancher, le point actif de la lame doit être animé de la plus grande quantité de mouvement possible. Sous ce rapport, il vaudrait donc mieux reporter le centre de gravité plus près de la pointe et alléger la monture, en la faisant en fer par exemple : mais par ces modifications l'arme cesserait d'être *bien en main*. Une arme est en main, quand il y a entre le poids de la lame et celui de la monture

un rapport tel que l'ensemble ne soit ni trop lourd de la pointe, car ce serait gênant, ni trop léger pour donner du *coup* à la lame.

On détermine par expérience la position la plus convenable du centre de gravité, dans chaque modèle de sabre : plus le sabre a de poids, plus le centre de gravité doit être rapproché de la monture pour que l'arme ne cesse d'être en main.

Ce sabre pèse 1^k,12.

Nous distinguons également dans le fourreau en tôle : les deux *plats*; un *dos* et un *devant* brasé; l'*entrée* est percée de deux trous pour vis de *cuvette*; il est terminé inférieurement par le *dard* (brasé), renforcé sur le devant et à deux *branches* inégales; la branche antérieure est la plus longue. Les *corps* des deux bracelets enveloppent le fourreau, leurs *pitons* sont percés d'un œil pour les *anneaux*. La *cuvette* garnit la partie supérieure du fourreau, son *fond* donne passage à la lame; la *batte* suit le contour intérieur du fourreau, ses deux *trous taraudés* reçoivent les *vis de batte à tête ronde*, qui traversent l'une le devant, l'autre le dos du fourreau. Deux lattes en bois, logées par le haut entre la *cuvette* et le fourreau, maintiennent la lame et consolident le fourreau : ce *fût* est bientôt détérioré; il a le défaut de mal assujettir la lame ou de la serrer trop fortement, et il en cause l'oxydation en absorbant l'humidité. La *cuvette* émousse le tranchant par son frottement, quand on *dégaine* ou *rengaine*.

Les bracelets sont destinés à fournir les points d'attache du fourreau au ceinturon; ils doivent être placés de manière à comprendre entre eux le centre de gravité de tout le système.

Il est facile de mettre très-promptement le sabre à la main sans abandonner les rênes de la bride, quand la petite bélière du ceinturon n'est pas trop longue.

Le poids total du sabre, avec fourreau, est de 2^k,05. Le sabre d'officier est conforme au modèle adopté pour

la troupe. La monture, en chrysocale, est ornée; la poignée, recouverte en veau noir chagriné, est entourée d'un filigrane d'argent doré; le fourreau, en acier, ne porte pas de fût; la cuvette, le dard et les bracelets sont en fer; les battes de cuvettes, en acier, forment ressort pour maintenir la lame dans son fourreau et sont semblables à celles du sabre des guides.

Nos régiments de cavalerie légère et d'artillerie ont encore quelques sabres de l'ancien modèle, antérieur à 1834, d'un poids plus considérable et dont la lame est plus large; sa courbure, d'une flèche de 0^m,036, est aussi plus forte; la lame est à pans creux, sans gouttière (modèle Montmorency).

Il y a de grandes différences dans la monture : sa calotte a une queue prolongée jusqu'à la *virole* de la coquille et porte deux *ailettes*; la coquille a une *oreille* recourbée et se termine en *quillon*.

Ce sabre, excellent pour trancher, est très-commode dans les combats en fourrageurs, mais il ne convient nullement pour les coups de pointe; il diffère du sabre de cavalerie légère hollandais, par sa courbure, par la largeur de sa lame et par son poids qui sont moindres.

Les bracelets du fourreau n'ont pas de piton, et l'œil des anneaux est percé dans le corps.

Sabre des guides.

Les chevaux du régiment des guides sont de plus forte taille que ceux de la cavalerie légère, le sabre des guides doit donc être plus long; il est du modèle adopté pour la cavalerie de ligne en France.

Les guides ont moins souvent occasion de faire usage du tranchant; on a donc donné à la lame une courbure un peu moins prononcée; à cela près, elle est, en plus grande dimension, semblable à la lame du sabre de cavalerie légère.

Ces deux sabres diffèrent davantage par leur monture; le bec de la coquille n'est pas aussi fortement abattu; trois branches latérales en S prennent attache à la branche principale vers son extrémité; le filigrane, qui s'enroule sur la poignée, forme une hélice dont le pas est plus grand; il y a absence de bourrelet à la calotte, dont la queue est moins longue. L'adjonction d'une troisième branche en S est justifiée par la nécessité de couvrir d'autant mieux la main, que l'on manœuvre plus fréquemment de la pointe, la main et le bras étant alors plus exposés. Le bec de la coquille est moins abattu, pour mieux arrêter la pointe de l'adversaire, si elle porte sur la coquille.

C'est le seul sabre dont la poignée assure un bon appui au petit doigt.

Le centre de percussion est également situé vers le tiers supérieur de la longueur de la lame.

Le poids du sabre étant plus considérable, son centre de gravité est plus rapproché de la monture que dans le sabre de cavalerie légère.

Le fût du fourreau, en tôle d'acier, est remplacé par la batte de la cuvette, formant ressort, qui presse la lame et la maintient. Cette batte à ressort laisse une trainée sur les faces de la lame et l'use à la longue; elle est fixée au milieu de chaque face du fourreau par un rivet. Par la suppression du fût, on a allégé le fourreau et diminué son volume. La monture du fourreau est en fer.

Le sabre pour officier est, aux ornements de la monture en chrysocale près, du modèle de la troupe; il est d'un plus beau poli.

Sabre de grosse cavalerie.

La composition et la nomenclature générales du sabre de grosse cavalerie sont les mêmes.



La grosse cavalerie doit être armée du sabre de la plus grande longueur, parce qu'elle emploie les chevaux de la plus forte taille. Sa lame mesure 0^m,97.

Les hommes des régiments de grosse cavalerie étant rarement dans l'occasion de soutenir des combats individuels, leur sabre agit particulièrement de la pointe. Cependant on a donné un tranchant à la lame, pour n'être pas dépourvu d'une arme tranchante si le besoin s'en faisait sentir.

Les armes d'estoc doivent réunir les conditions d'une pénétration facile : une grande force vive au moment du choc est donc utile ; mais la rapidité d'attaque ou de défense et la force des hommes limitent leur poids à 2^k,16.

La lame est droite : pour bien pointer, la résistance doit être directement opposée à la puissance. On lui a donné de la roideur en creusant sur chaque face deux pans creux ou *gouttières* de même largeur, dont l'arête procure à la lame une rigidité suffisante, sans augmenter son poids. L'amincissement de la lame vers la pointe diminue sa section transversale et facilite la pénétration. La pointe, taillée sur le côté, donnant une obliquité au tranchant, occasionne pendant la pénétration une décomposition de force : si l'on s'est arrêté à cette disposition vicieuse, c'est sans doute pour soustraire la pointe aux chocs, lorsqu'on porte un coup de tranchant ; dans tous les cas, il eût mieux valu raccorder la pointe avec le tranchant par une courbe.

Cette déviation de la pointe a nécessairement exigé un grand renforcement du métal au dos, pour empêcher la lame de fléchir ou de se casser dans les coups de pointe.

Le sabre des guides et celui-ci ont à peu près la même monture : les dimensions de cette dernière sont toutefois un peu plus fortes ; les rebords de la coquille sont plus prononcés, et le bec n'est pas recourbé, afin d'arrêter encore mieux les coups de pointe. Le filigrane de la poignée est enroulé comme au sabre de cavalerie légère ; les branches en S se

terminent par trois *boutons en rouleau* sur la coquille; le bouton de la calotte est hémisphérique.

Ce sabre est le plus pesant des trois modèles en usage dans la cavalerie; son centre de gravité est, par conséquent, situé au huitième de la longueur de la lame, pour se rapprocher davantage de la monture. Il résulte de cette position du centre de gravité, que le placement de la pointe au dos de la lame est encore plus vicieux : en effet, la ligne d'action de la pointe à la poignée ne contenant pas ce centre, il y a perte d'effet utile pour le coup de pointe. Le fourreau est nécessairement droit; le dard n'est pas renforcé sur le devant, et ses deux branches sont égales; pour le reste, il est semblable au fourreau du sabre de cavalerie légère. Les officiers des cuirassiers et des guides ont le même sabre.

Sabre d'infanterie, dit briquet.

L'infanterie belge est encore armée accessoirement d'un petit sabre à lame plate et légèrement cambrée sous une flèche de 0^m,020. Ce modèle, abandonné depuis longtemps par nos voisins, remplit très-imparfaitement l'office d'outil pour lequel on l'a conservé.

La lame de 0^m,50 de longueur n'est pas évidée, afin de lui conserver une plus grande résistance : sa section est triangulaire. Dans les travaux de campement on l'emploie pour couper le bois : elle tranche assez bien. Son dos est plat et se termine vers la pointe en biseau effilé comme le tranchant; la soie est percée d'un trou pour le rivet de poignée. Servant principalement comme outil, la lame devrait être renforcée au milieu pour lui donner plus de *coup*.

La monture en laiton est coulée d'une seule pièce; sa garde, prolongée en *quillon*, se termine par un *bouton*; la surface de la poignée est sillonnée de *cordons*, afin qu'elle ne tourne pas dans la main; elle est traversée par le rivet de poignée; à la

partie inférieure de la poignée on a figuré une *virole*; et une *calotte* avec *bouton* en *demi-olive* à la partie supérieure. Une *manchette* en cuir est interposée entre la lame et la monture.

Sans augmenter son poids, s'élevant à 0^k,92, il serait facile d'établir une arme infiniment plus avantageuse.

Le fourreau est en cuir de vache, couturé sur sa face intérieure; l'entrée porte une *chape* avec *tirant* en buffle; il est terminé inférieurement par un *bout* en fer dont le *bouton* et son *collet* sont à l'extérieur.

Les officiers du premier régiment de chasseurs à pied portent un sabre à *lame* cambrée, évidée et longue de 0^m,77. La *poignée* est en corne noire; la *garde*, à *écusson*, et le *pommeau*, en tête de lion, sont en cuivre doré et ciselé. Le fourreau en cuir est garni, à sa partie supérieure, d'une *chape* en cuivre doré à *crochet* sur son plat extérieur; le *bout* (extrémité du fourreau) est de même métal.

A cheval, le fourreau est en acier.

Épée.

Les officiers d'infanterie, les élèves de l'école militaire et les musiciens portent une épée.

L'épée est légère et roide; ses arêtes ne coupent pas; il ne serait peut-être pas inutile de leur donner un tranchant. La légèreté de la pointe lui enlève sa solidité. Pour pénétrer dans le corps, en vertu de la pression du poignet et de la vitesse qu'on lui communique, elle est droite; par sa section en forme de losange aplati, elle acquiert plus de flexibilité et court moins de chance de rupture. La pointe, en *langue de carpe*, est placée au milieu de la lame, dont la plus forte épaisseur règne dans la même direction; de cette manière, la ligne de symétrie contient également le centre de gravité, et, dans le coup de pointe, il n'y a aucune déperdition de force. Sa lame a une longueur de 0^m,82; celle du musicien est plate et elle a 1 centimètre de plus.

La monture est assez légère, mais son *plombeau* ou *pommeau* a une pesanteur suffisante pour mettre l'épée bien dans la main; une large coquille couvre le poignet, pour le préserver des coups de pointe. Cette coquille serait gênante, quand l'épée est au côté, si elle avait été coulée d'une seule pièce; mais une *charnière à ressort* permet d'en replier la moitié intérieure parallèlement à la lame. Une seule branche forme la garde. La coquille extérieure des épées pour officiers supérieurs porte, sur un fond sablé, un trophée de six drapeaux, surmonté d'un lion entouré d'une guirlande en feuilles de chêne. A l'épée des officiers subalternes, on a supprimé le trophée; celle des musiciens porte les attributs de la musique. La poignée est en corne noire ou en ébène, entourée d'un filet; la monture, en cuivre doré, ciselée au modèle d'officiers supérieurs; elle est unie à celui des officiers subalternes; à l'épée des musiciens, la poignée est en chrysocale ciselé.

Le fourreau, en cuir couturé intérieurement, se termine à son extrémité inférieure par un *bout* en cuivre armé d'un bouton de fer; son entrée est garnie d'une chape également en cuivre; sur son plat extérieur, on a brasé un *crochet* ou *bouton à tige*, auquel se fixe le baudrier. Un modèle de fourreau en acier, destiné aux officiers montés, est semblable au fourreau du sabre de la grosse cavalerie. Le bout du fourreau et la chape ne sont pas ciselés, à l'épée des officiers subalternes; ils sont en chrysocale, au modèle pour musiciens.

Lance.

Abandonnées pendant longtemps, les lances reparurent en France, en 1807, entre les mains des lanciers polonais. Le maréchal Marmont conseille de donner des lances au premier rang de la grosse cavalerie. Dans notre armée, elle est en usage dans les régiments de lanciers. On l'a donnée à la cava-

lerie légère, à cause de la grande utilité de cette troupe dans la poursuite.

Une bonne lance est légère, facile à manier; elle a de la certitude et de la justesse dans ses coups. Lorsque le cavalier fait usage du sabre, la lance reste suspendue à son bras.

On distingue dans la lance trois parties : la *lame*, en acier; la *hampe*, en bois, et le *sabot*, en fer. La lame doit être d'égale résistance : le cône satisfait seul rigoureusement à cette condition; mais, à cause de la grande étendue de sa section, il pénètre difficilement. Pour donner à la lame une très-faible section et une grande roideur, on a adopté la forme triangulaire, à trois *arêtes* également réparties et très-saillantes. Elle jouit ainsi de beaucoup de roideur et de légèreté; mais elle est totalement privée de propriétés tranchantes, qui ne lui seraient au reste d'aucune utilité. Sa résistance à la flexion est la même dans tous les sens.

Toutes les parties de la lance étant mues dans des directions droites et parallèles quand on porte un coup, on ne pouvait mieux faire que de donner la même direction à sa lame; de cette manière, la résultante des forces passe par la pointe, où se concentre complètement l'impulsion communiquée.

Placée exactement au milieu de la lame, la pointe est dans les meilleures conditions pour faire une plaie profonde.

La longueur de la lame ou de la *flèche* ne dépasse pas 0^m,135; sa *douille* et ses *branches*, en fer, sont assujetties, à fleur de bois, sur la hampe, par onze *vis à tête fendue*; la grande branche prolongée empêche la rupture de la hampe sous l'*étendard*; trois *vis porte-étendard* consolident sa liaison à la hampe.

La hampe, en bois de frêne, d'une grosseur convenable pour la facilité du maniement, est formée de deux cônes tronqués réunis par leur grande base; cette forme s'approche de celle du solide d'égale résistance à la rupture; sa plus forte dimension n'est pas au milieu; elle a été rapprochée du sabot, pour reporter le centre de gravité en arrière vers la main du cava-

lier et faciliter ainsi le maniement de l'arme, en permettant de mieux diriger ses coups.

Dans le double but de servir de garniture à l'extrémité de la hampe et de contre-poids à la flèche et au fanion, on termine la hampe par un sabot, dont le *corps* est évidé pour recevoir la hampe; les *branches*, encastrées à fleur de bois, sont assujetties par quatre *vis à tête fendue*.

La longueur totale de l'arme atteint 2^m,84; son centre de gravité est situé à 0^m,97 de l'extrémité du sabot, ce qui lui donne 1,87 *d'avant main*; elle pèse 2^k41.

L'étendard fixé à son extrémité est destiné à effrayer les chevaux.

Baïonnette.

Le fusil, arme essentielle de l'infanterie et que nous examinerons dans le livre suivant, constitua une arme de hast quand en 1640 on imagina la *baïonnette*, à Bayonne.

Il y a deux modèles de baïonnette en usage.

La baïonnette ordinaire, jointe au fusil et au mousqueton de gendarmerie, a été introduite dans les armées pour servir aux combats corps à corps de l'infanterie; elle est très-utile pour la mettre en état de résister au choc de l'ennemi ou pour l'enfoncer. Toutes les conditions des armes de hast doivent naturellement être réunies dans la baïonnette : de la roideur et de la légèreté lui sont particulièrement nécessaires.

Elle est formée d'une *lame* triangulaire en acier trempé pour qu'elle ne ploie pas, puis recuite afin de la rendre moins cassante sans lui enlever sa dureté; la *face* de la lame, tournée du côté du canon, est plus large et plus plate que les deux autres; elle porte au dos une *arête* saillante et deux gouttières creuses; à la partie inférieure se trouve le *talon*, et la *pointe* occupe son sommet.

La *douille* en fer, inventée en 1699, fixe la baïonnette à

l'extrémité du fusil, sans cependant priver celui-ci de ses qualités d'arme de jet; ses trois *fentes* et son *pontet* livrent passage au tenon du fusil; son *bourrelet* donne appui à la *virole* ou *bague* avec *pontet* pour le passage du tenon; un *étouneau* est destiné à s'appuyer contre l'*arêtoir* de la virole, pour l'empêcher d'aller trop loin, quand après avoir livré passage au tenon on la tourne de manière à reporter le pontet sur le côté; la bague est fermée par une vis.

La partie recourbée comprise entre la lame et la douille porte le nom de *coude*, où l'on soude les deux pièces de la baïonnette. L'angle du coude doit être assez ouvert pour ne pas gêner le chargement du fusil, et le prolongement de la lame doit passer par la poignée de l'arme; sans cette condition il y aurait décomposition de force quand on porte un coup de baïonnette. Il serait à désirer qu'elle eût un peu plus de rigidité; son coude est peut-être un peu long.

La baïonnette pèse 0^k,35 environ; elle a une longueur de 0^m,46, ou 17 pouces, et porte la longueur totale du fusil à 6 pieds.

La baïonnette du mousqueton de gendarmerie a un pouce de plus en longueur.

On diminue le poids de l'arme en retirant la baïonnette, quand on ne doit pas en faire usage; elle est alors placée dans un fourreau en cuir de vache, fixé à la buffleterie de la giberne; ce fourreau est couturé sur sa face intérieure, et un *renfort* avec *tirant* en buffle garnit son entrée; l'extrémité inférieure est terminée comme au fourreau du briquet.

La *baïonnette-sabre* complète l'armement des chasseurs, qui font usage de la carabine; elle a 0^m,51 de longueur et pèse 0^k,92; son coude est plat.

Cette baïonnette est destinée à remplir en même temps les fonctions d'instrument tranchant, tenant lieu du briquet.

Pour ce dernier objet, on engage dans sa douille une *poignée mobile à tige fendue* et à tenon de baïonnette; un *bouton fileté*,

espèce de vis à *la romaine*, introduit dans la tige de la poignée, porte entre sa tête et sa partie filetée un cône qui, écartant les parties fendues de la tige, lui fait remplir exactement la douille et emmanche convenablement la poignée.

La lame a une largeur maximum de 0^m,027 ; elle est moins épaisse que celle du briquet ; une baguette arrondie renforce son dos et se bifurque vers l'extrémité en formant sur les plats deux côtes : celles-ci vont rejoindre la pointe en langue de carpe. Lorsqu'elle est assujettie à la carabine, elle présente son dos du côté de la direction prolongée du canon, afin de ne pas occasionner de blessures pendant le chargement.

La poignée, à *saillies annulaires* en hélices, est terminée par un *pommeau en tête de lion* : un anneau porté à l'extrémité du pommeau donne attache au cordon de fourragères auquel on suspend la poignée, quand la baïonnette est au canon.

Numérotage des armes blanches offensives. — Les armes portatives sont numérotées par l'armurier du corps ; une lettre particulière indique le régiment auquel appartient l'arme ; un numéro, faisant partie d'une série qui commence au n° 1 et finit au chiffre représentant le nombre d'armes nécessaire au complet de l'effectif du corps, est affecté à chaque arme ; et elle porte également l'année de sa mise en service.

Les douze régiments d'infanterie de ligne ont chacun une des douze premières lettres de l'alphabet, à commencer par la lettre A pour le premier de ligne, B pour le deuxième, et ainsi de suite. Il y a absence de lettre aux armes du régiment d'élite ; les lettres M, N, O sont affectées aux trois régiments de chasseurs ; la lettre P au régiment du génie ; les lettres Q et R aux deux régiments de chasseurs à cheval ; les lettres S et T aux deux régiments de lanciers ; la lettre U au régiment des guides ; les lettres V et V* aux deux régiments de cuirassiers ; la lettre W à la gendarmerie, et enfin les lettres X, Y, Z et a aux 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e régiments d'artillerie.

Aux sabres de cavalerie, ces marques sont apposées l'une

an-dessous de l'autre, sur la queue de la calotte : en première ligne, immédiatement contre le bourrelet, la lettre alphabétique du corps; au-dessous, le numéro de l'arme, et en troisième ligne l'année de la mise en service; le fourreau est marqué sur sa face interne vers la partie supérieure.

Au briquet d'infanterie les mêmes marques se placent à la partie supérieure du dos de la monture.

A la lance, on les place sur le sabot.

La baïonnette ne porte que deux marques : sur la douille au-dessus de la bague, et dans le sens de son axe; la lettre du corps et le numéro de l'arme.

La lettre a quatre millimètres de hauteur, les chiffres ont un millimètre de moins.



CHAPITRE II.

ARMES BLANCHES DÉFENSIVES.

Depuis l'invention des armes à feu, les armes défensives ont beaucoup perdu de leur importance; abandonnées pendant longtemps, elles ont été introduites dans les armées modernes par Napoléon, pour garantir la grosse cavalerie.

On donne le nom de *cuirasse* à une enveloppe métallique destinée à entourer le corps et à le soustraire aux coups des armes portatives.

Le *casque* est une coiffure de métal assez résistante pour protéger plus ou moins la tête.

Il y a deux modèles de cuirasse et de casque en usage dans l'armée belge :

- 1° La cuirasse et le casque de cavalerie, pour les cuirassiers;
- 2° La cuirasse et le casque ou *pot-à-tête*, de sapeur du génie.

Cuirasses.

Nos cuirasses se composent d'un *devant* ou *plastron* en étoffe de fer et d'acier trempé, à l'épreuve de la balle tirée à 40^m, distance à laquelle l'infanterie chargée par la cavalerie cesse de faire feu pour croiser la baïonnette; et d'un *dos* de même

matière, mais non trempée, à l'épreuve de l'arme blanche seulement.

Ces deux pièces sont rattachées par leur partie supérieure au moyen de *bretelles* en buffle, garnies de cuivre; à leur partie inférieure elles sont réunies par une *ceinture* en cuir de Hongrie.

Chez plusieurs puissances on n'a pas donné de dos à la cuirasse; son utilité est cependant incontestable dans une mêlée, pour se préserver des blessures dans le dos; d'autre part, le dos, faisant contre-poids au plastron, soulage le cavalier et facilite son redressement après une charge.

Pour rendre le plastron plus résistant aux balles, sans trop augmenter son épaisseur, on l'a busqué au milieu; ce *busc*, arête verticale fortement courbée et très-saillante, donne plus d'obliquité aux flancs de la cuirasse et diminue l'intensité du choc des balles ennemies venant de face, dont l'effort normal à la cuirasse est de plus en plus faible à mesure que le point touché s'éloigne davantage du *busc*. Cette disposition a permis de limiter le maximum d'épaisseur de 0^m,0055 à une faible distance de chaque côté du *busc*; à partir de 0^m,0055, l'épaisseur va en diminuant jusqu'au bord, où elle est réduite à 0^m,0025 environ.

Le dos, d'une épaisseur uniforme de 0^m,0013, porte en son milieu une arête rentrante qui lui donne plus de grâce.

Dans chaque partie de la cuirasse on distingue : *l'échancrure du cou, les épaulières, les entournures des bras et les flancs*; le pourtour du dos et du plastron est relevé en gouttière, pour arrêter les coups de pointe et les balles qui pourraient glisser le long de la cuirasse et atteindre les bras.

Les bretelles et la ceinture sont assujetties sur le dos; le plastron porte les *boutons de bretelles* auxquels s'accrochent par leurs boutonnières les *plaques* en cuivre, extrémités des bretelles; le dos et le plastron portent en outre les clous rivés de vingt agrafes à tête ronde, et des clous rivés à tête plate :

ces agrafes sont à l'intérieur, elles donnent attache aux plastrons destinés à absorber l'humidité provenant des vapeurs condensées de la transpiration.

Les cuirasses, calculées sur trois tailles et sur deux largeurs dans chaque taille, fournissent par leur combinaison des cuirasses proportionnées à la force des hommes ; les plus grandes largeurs des 2^e et 3^e tailles, et les plus petites des 1^{re} et 2^e, sont respectivement les mêmes : il y a donc, en définitive, quatre largeurs différentes.

Le poids moyen du plastron est un peu supérieur à 6^k, celui du dos n'atteint pas 2^k.

Le sapeur qui conduit la sape pleine dans l'attaque des places est couvert d'une armure en acier fondu ; cette cuirasse est très-résistante et à l'épreuve de la balle dans toutes ses parties.

Le plastron et le dos sont d'une épaisseur de 0^m,0046 ; l'ensemble pèse 18^k,80.

Casques.

Le casque de cuirassier est en argent de Berlin, celui de sapeur en acier ; le premier résiste au coup de sabre, et pèse moyennement, garniture et accessoires compris, 1^k,452 ; le second ne se laisse pas entamer par les balles de plomb, mais il pèse plus de 7^k.

On confectionne des casques de cuirassiers de quatre grandeurs différentes, mesurées sur le pourtour de l'intérieur de la *bombe*, à hauteur de la naissance des *visières* ; la hauteur totale du casque est constante.

La bombe est de deux pièces, réunies par une brasure en cuivre ; le *cimier* surmonté d'une *aigrette* et la *tête de lion* sur le devant masquent la soudure ; la *coiffe* intérieure donne de la fixité au casque lorsqu'il est placé sur la tête du cavalier ; une *crinière* pesant 0^k,190 garantit la nuque des coups de sabre.

La bombe du pot-à-tête forme par son prolongement une *visière*, deux *couvre-oreilles* et un *couvre-nuque*.

Numérotage des armes défensives.

Les trois marques sont apposées sur la partie supérieure de l'épaulière de droite du plastron et du dos des cuirasses.

Les casques sont marqués sur la partie postérieure de la bombe vers la naissance du cimier.



LIVRE II.

ARMES DE JET.

Les premières armes de jet tiraient leur puissance motrice de la force d'élasticité de certaines substances.

Le hasard conduisit en 1280 un moine de Fribourg, nommé Schwartz, à la découverte des effets de la poudre, mélange de salpêtre, de soufre et de charbon, inventé par Roger Bacon quelques années auparavant. Soixante-quatre ans plus tard, on appliqua la force de dilatation des gaz développés par sa combustion à la projection de masses plus ou moins pesantes. Dès ce moment les armes de jet reçurent le nom d'*armes à feu* : leur emploi ne se généralisa cependant que vers la fin du quatorzième siècle.

Dans tout ce qui suivra, nous distinguerons les deux espèces d'armes de jet par les désignations d'*armes à feu portatives* et de *bouches à feu*.

Forme et matière des projectiles.

La résistance de l'air s'oppose avec beaucoup d'énergie au mouvement de translation des projectiles; cette force croissant proportionnellement à la surface du mobile, il est fort impor-

tant de réunir dans le projectile, sous la plus petite surface possible, la plus grande quantité de matière : d'ailleurs l'expérience prouve que la justesse du tir croît rapidement avec la densité du mobile; il importe, en outre, de lui donner une forme non susceptible d'occasionner une déviation de sa direction primitive, s'il vient à tourner sur lui-même durant son trajet dans l'air, ou de causer aucune dégradation de l'arme; elle doit faciliter le ricochet du projectile, s'il touche le sol avant d'être arrivé au terme de sa course; enfin il faut adopter le solide qui convient le mieux à une facile fabrication en grand et à une prompte réception, c'est-à-dire dont la vérification des formes soit des plus simples.

De tous les solides, la sphère, renfermant la plus grande masse sous la plus petite surface, a été adoptée pour la forme des projectiles. Plusieurs avantages importants résultent de ce choix; ainsi la sphère est favorable à la justesse du tir, car elle régularise l'effet de la résistance de l'air, et, lorsqu'elle est homogène, son centre de gravité coïncide avec son centre de figure; roulant dans l'arme au lieu de glisser, comme le ferait un projectile de toute autre forme, la sphère en détériore peu la paroi lors du chargement, et si elle la choque à l'origine de son mouvement, les dégradations produites seront beaucoup moins considérables que si le projectile présentait des angles; un projectile sphérique rencontrant le sol pourra se relever et ricocher; ses grands cercles étant tous de même diamètre, on l'introduira sans tâtonner dans le tube, ce qui abrégera le temps du chargement; enfin la fabrication et la réception de semblables solides est facile et prompte.


Par contre, la sphère présente l'inconvénient de nécessiter dans les transports le maintien de chaque projectile en particulier, à cause du peu de stabilité de ce solide : il en résulte une complication dans la construction des voitures de transport; elle donne, en outre, naissance à un mouvement de

rotation du mobile pendant son trajet dans l'air, et occasionne, comme nous le verrons, une déviation de sa direction primitive.

Toutes les fois que des raisons majeures ne s'y opposeront pas, il faudra donner aux projectiles le plus grand diamètre possible. L'avantage des gros calibres résulte de ce que la résistance de l'air étant proportionnelle à la surface du mobile, croît en raison du carré de son diamètre; mais la quantité de mouvement dont le projectile est animé croissant proportionnellement à sa masse ou au cube du même diamètre, la quantité de mouvement augmente plus rapidement que la résistance de l'air, et l'on obtient, toutes choses égales, une plus longue portée en agrandissant le diamètre. D'ailleurs un calcul des plus simples prouve que si deux projectiles de densité et de rayon différents commencent leur parcours avec des vitesses égales, il faut, pour les faire arriver au but avec la même vitesse, que l'éloignement ou que la durée du trajet des deux mobiles soit proportionnel au produit de leurs diamètres par leur densité; par suite, la vitesse des projectiles de même matière décroîtra d'autant plus lentement, ou ils atteindront à des distances d'autant plus grandes que leur diamètre et leur densité seront plus considérables. Ainsi, pour conserver une grande vitesse aux petits projectiles, on suppléera par une grande densité de la matière à la diminution du diamètre.

Souvent un gros projectile atteindra un objet de faible étendue quand un petit donnera à côté. Il est facile de suivre de l'œil un corps de grand diamètre, pour observer où il porte et rectifier le tir s'il y a lieu; en outre, les gros projectiles produisent beaucoup plus d'effet que les petits et sont capables d'une plus grande force de percussion, sans qu'il faille pour cela leur communiquer une grande vitesse: ce dernier avantage est fort important, les grandes vitesses étant le résultat d'une forte charge qui dégrade beaucoup les armes.

Le projectile doit être assez résistant pour détruire l'objet contre lequel il frappe : si, comparativement au corps touché, il était trop mou, il se déformerait et s'étendrait latéralement ; rencontrant dès lors plus de résistance et de difficulté à pénétrer, il s'y enfoncerait moins profondément et peut-être pas du tout. Lorsqu'il est fait d'une matière très-dure, sa pénétration croît avec la vitesse dont il est animé, et si en même temps il est d'une grande densité, le projectile sera dans les meilleures conditions ; car il éprouvera moins de résistance et pénétrera plus avant dans le milieu. Il est fort important que les projectiles soient peu cassants, peu altérables au contact de l'air, et surtout d'un prix peu élevé, ou plutôt leurs effets probables doivent être proportionnés à leur prix de revient.



CHAPITRE I.

ARMES A FEU PORTATIVES.

La justesse de tir, une grande portée, et un effet suffisant du projectile sur les corps animés, sont les qualités essentielles d'une bonne arme à feu portative. Mais d'autres propriétés d'une importance secondaire peuvent beaucoup en augmenter la valeur, telles sont : facilité d'entretien, bonne conservation entre les mains du soldat, possibilité de faire feu par tous les temps, de nuit comme de jour, et même quand on néglige d'entretenir l'arme avec tous les soins désirables; chargement et service exempts de danger tant pour le tireur que pour les voisins dans le rang, emploi assez simple pour permettre à des hommes non exercés d'en tirer parti, poids et prix de revient peu élevé, enfin économie dans l'usage.

Les armes à feu portatives employées dans l'armée se rangent en quatre familles :

- 1° Les *fusils* d'infanterie, du génie et de rempart,
- 2° Les *mousquetons* de gendarmerie et de cavalerie,
- 3° Les *pistolets* de gendarmerie, de grosse cavalerie et de cavalerie légère,
- Et 4° les *carabines* du 1^{er} régiment de chasseurs à pied.

Fusil d'infanterie.

L'ancien mousquet, après avoir été en usage pendant un siècle, a servi de type au fusil, dont l'invention remonte à l'année 1630; il tire son nom de *focile*, qui en italien signifie pierre à feu.

Aujourd'hui on donne le nom de fusil à l'arme confiée au soldat d'infanterie; elle est établie de manière à remplir en même temps l'office d'arme à feu et d'arme de main, ou, pour être plus précis, d'arme d'hast, par la simple adjonction d'une baïonnette.

En donnant une seconde destination au fusil, on a eu pour but de mettre le fantassin en mesure de repousser les attaques de la cavalerie et de lui fournir le moyen de combattre corps à corps. Il ne faut pas s'exagérer l'utilité de la baïonnette, dont la valeur réelle réside plutôt dans la confiance morale qu'elle donne au soldat, que dans son action physique. Indispensable à la défense d'un homme isolé, elle peut être d'un puissant secours dans l'attaque d'un retranchement, d'un village ou d'une position; mais on ne doit pas perdre de vue que la véritable force de l'infanterie réside dans ses feux.

Le fusil réunnira donc avant tout les conditions d'une bonne arme de jet, et on considérera la baïonnette comme un accessoire.

Depuis huit ans, les armes à *pierre* ont été modifiées en y adaptant le système d'amorce fulminante; néanmoins, les modifications qu'elles ont subies sont si minimes que nous les passerons pour le moment sous silence, nous réservant d'y revenir au quatrième livre où nous renvoyons également l'examen des carabines.

Le fusil modèle 1777, proposé par le célèbre Gribeauval, corrigé en l'an XI, puis modifié et enfin transformé en 1844, est un prototype général sur lequel ont été modelées toutes les autres

armes à feu portatives en usage dans notre armée; il importe donc d'étudier avec un soin tout particulier les armes à *silex*.

Les armes à feu portatives se composent essentiellement de deux parties : l'arme proprement dite est un tube plus ou moins long, dans lequel on place la charge et le projectile; la *monture* facilite le service de l'arme. Entrant dans un plus grand détail, le fusil se divise en cinq parties bien distinctes : le *canon*, dont une partie, le *tonnerre*, joue le rôle d'une chambre dans laquelle se développe la force motrice; l'autre, désignée sous le nom d'*âme*, renferme le projectile et assure sa direction; la *platine* est destinée à communiquer le feu à la charge; la *monture* avec sa *garniture* réunit entre elles les différentes parties du fusil et fait jouer le mécanisme de la platine; la *baquette* sert à enfoncer la charge au fond du canon et à la refouler, et la *baïonnette* transforme l'arme de jet en arme de main. Nous l'avons examinée dans le livre précédent.

Donnons la nomenclature raisonnée du fusil, et discutons les conditions que doivent réunir ses différentes parties.

Le canon, composé de deux pièces, a la forme d'un tube tronc-conique, en fer ouvert à ses deux bouts; l'une des extrémités est fermée par la *culasse*, servant de point d'appui à la force motrice développée par la combustion de la poudre; son *bouton* est taillé en *vis*; la *queue* de la culasse, avec son *œil fraisé* pour la *vis de culasse*, relie le canon à la monture; son *talon* avec *échancrure*, pour le passage de la *grande vis de platine*, lui donne de la solidité.

Dans le canon, on distingue, intérieurement, l'*âme* cylindrique, le *fond de l'âme*, et la *boîte taraudée*, pour recevoir le bouton de la culasse. La *lumière* cylindrique donne passage à la flamme, qui communique le feu à la charge. La *bouche* est à l'entrée du canon. Extérieurement, la *tranche* à la *bouche* limite le canon à son extrémité; le *tenon de baïonnette*, situé en dessous, à 0^m,0271 de la bouche, assujettit la baïon-

nette au bout du canon ; le tonnerre, arrondi inférieurement ; sa *tranche* et ses cinq *pans* (supérieur, latéraux et intermédiaires) ; enfin, le *milieu* et le *devant* du canon.

La longueur du canon semblerait, au premier abord, devoir être calculée pour donner le tir le plus efficace ; elle a cependant été déterminée par des considérations indépendantes de la justesse de tir et des portées. Sa limite supérieure est fixée par la condition de ne pas donner à l'arme entière une dimension trop forte, pour qu'un homme de taille moyenne puisse facilement, sans incliner son fusil, introduire la charge dans le canon ; sans trop cette condition, le fusil occasionnerait des accidents ou gênerait le voisin dans le rang. D'autre part, on se priverait du feu sur trois rangs, si on raccourcissait l'arme outre mesure. Il est vrai que ces conditions doivent être remplies par l'arme entière ; mais, nous le verrons bientôt, la portion de la monture qui forme, avec le canon, les parties aliquotes de la longueur totale, est déterminée par d'autres conditions : partant, de la longueur du canon dépend bien réellement la longueur du fusil.

Sa longueur actuelle, de 40 pouces ou de 1^m,08, paraît être la plus convenable.

Le calibre de l'arme sera porté au maximum, car les expériences les plus décisives donnent une grande supériorité au tir des fusils dont le projectile a un diamètre considérable, et la perte de vitesse résultant de la résistance de l'air est moindre pour les gros projectiles. Quant à la fatigue du tireur, l'expérience prouve que, pour une même charge, le recul diminue avec sa longueur, c'est-à-dire à mesure que le calibre augmente. Un fort calibre permet, en outre, d'utiliser les munitions d'un ennemi qui emploie des armes d'un plus faible calibre.

Celui de notre fusil étant de 0^m,0175, nous pouvons utiliser les munitions russes, autrichiennes, prussiennes, badoises, bavaoises, danoises, hessoises, saxonnes, mecklembourgeoises et espagnoles ; les balles françaises et anglaises, de 34

au kilogramme, et celles de Hollande de 35 au kilogramme, sont d'un trop fort calibre pour nos armes.

Toutes choses égales, la paroi du canon doit être d'autant plus épaisse que le calibre est plus fort, pour présenter la même résistance à une charge constante. L'expérience, d'accord avec la théorie, prouve que, dans un cylindre creux où se combure une charge de poudre, la résistance à la rupture est, dans le sens perpendiculaire à l'axe, plus du double de la résistance dans le sens de l'axe. Aussi les canons de fusil éclatent-ils généralement dans la direction des fibres du métal, suivant les génératrices du cylindre. Cette observation a donné l'idée de faire des canons à *rubans* et *tordus*, afin de disposer, autant que possible, les fibres du métal perpendiculairement à l'axe. La limite inférieure de l'épaisseur des parois est déterminée par la condition d'offrir une résistance suffisante à la combustion d'une double charge de poudre. De cette manière, si, à cause du bruit ou de l'émotion du combat, l'homme met une nouvelle charge sur un premier coup raté, l'arme n'éclatera pas.

L'autre limite dépend du poids maximum d'une arme constamment portée par le soldat. Sans atteindre cette limite supérieure, on a été obligé de s'en approcher, pour pouvoir employer une charge de poudre capable de communiquer une assez grande vitesse au projectile; car cette vitesse et, par suite, la portée dépendent du poids de l'arme. Ceci exige une explication. Lorsque la force expansive des gaz de la poudre imprime une vitesse au projectile, elle en communique une, dans l'autre sens, à la masse de l'arme. Or, en vertu du principe de la réaction égale et contraire à l'action, la quantité de mouvement de l'arme, produit de sa masse par sa vitesse, est constante tant que le projectile et la charge ne changent pas; par conséquent, si la masse du fusil est diminuée, sa vitesse de recul augmente d'autant. La vitesse de l'arme, dépensée contre l'épaule du tireur, occasionne un choc dont l'intensité est

mesurée par le produit de la masse et du carré de la vitesse. Une diminution de la masse de l'arme, à laquelle correspond, comme nous venons de le voir, une augmentation en proportion égale à sa vitesse, fait donc croître très-rapidement l'énergie du choc; et l'on comprend qu'un fusil léger tirant à forte charge doit exercer une action violente contre l'épaule, et peut même occasionner des blessures au tireur.

Le poids du canon ne doit jamais être assez considérable pour reporter le centre de gravité trop en avant : plus ce centre de gravité est éloigné de la crosse, plus l'arme est difficile à manier, à mettre en joue, et plus l'homme est exposé à tirer trop bas.

Dans le fusil sans baïonnette, le centre de gravité est situé entre la capucine et la platine, à environ 0^m,22 de la tranche postérieure du tonnerre; quand la baïonnette est au canon, il correspond à l'emplacement de la grenadière. C'est pour-quoi, dans la position en joue, on prescrit au fantassin de maintenir l'arme de la main gauche à la capucine, afin d'empêcher le fusil de basculer.

Le tonnerre correspondant à l'emplacement de la charge, sa paroi doit offrir la plus grande résistance : aussi l'épaisseur du métal est-elle, en cette région, de 0^m,00675, tandis qu'au delà elle va en diminuant jusqu'à la bouche, où elle est réduite à 0^m,002. Ces épaisseurs donnent au canon les conditions requises, et suffisent pour empêcher qu'il ne se fausse en tombant.

Le poids de la monture, de la platine et de la garniture ne pouvant varier qu'entre des limites très-resserrées, le poids total de l'arme dépend bien réellement de celui du canon.

Le fusil sans baïonnette pèse 4^k,55 et 4^k,80 avec la baïonnette.

La lumière perce le pan latéral de droite du tonnerre; sa distance au fond de l'âme est assez indifférente relativement à la conservation de l'arme, mais elle modifie sensiblement la

vitesse du projectile et le recul. Celui-ci atteint son maximum d'intensité quand la lumière est aux deux tiers de la longueur de la charge, à partir du fond de l'âme : cela tient à ce qu'une grande quantité de gaz se meut rapidement vers le fond de l'âme dans les premiers instants de l'inflammation, avant le déplacement du projectile.

La lumière doit être très-rapprochée du fond, afin que le projectile ne se mette en mouvement qu'après la combustion complète de la charge; c'est pourquoi, dans le fusil de l'an xi, on avait pratiqué une *encoche* dans le bouton de culasse. Aujourd'hui la lumière est éloignée, au plus, d'un sixième de calibre du fond de l'âme; son diamètre est de 0^m,0023.

La platine est, avons-nous dit, le mécanisme destiné à produire le feu et à enflammer l'amorce qui communique le feu à la charge : elle constitue une véritable machine, dont le moteur réside dans son *grand ressort*, le réservoir de force dans la *noix*, et le modérateur dans la *gâchette*; la *pierre* forme l'outil. Son effet dépend principalement de la position relative des centres de mouvement de la *batterie* et du *chien*.

Les dimensions de la platine doivent être aussi faibles que possible, afin d'occasionner un moindre dérangement du centre de gravité de l'arme, quand le chien s'abat; elle doit employer peu de ressorts, être simple, solide, facile à fabriquer et à réparer.

La platine à silex est une modification de l'ancienne platine à *rouet*, inventée en 1598, dans laquelle on a d'abord substitué, en 1630, un silex à la pyrite; puis on a apporté quelques changements au rouet, et on l'a placé à l'intérieur de la platine.

On compte, en tout, vingt pièces dans la platine : dix sont extérieures au *corps de platine*, support général de tout le mécanisme, et neuf sont fixées à sa partie interne. Parmi ces vingt pièces, une seule, le *bassin*, est en cuivre; les trois *ressorts*, la *batterie*, la *noix*, la *gâchette* et la *vis du chien* sont en acier, toutes les autres sont en fer cimenté.

Considérant le corps de platine, nous y remarquons : le *devant* arrondi, la *queue* ou le *derrière* en pointe, la *face externe* plane et *chanfreinée* sur le devant, où doivent s'ajuster d'autres pièces, et convexe sur le derrière; la *face interne* est plane et parallèle à la partie antérieure de la première. En saillie sur cette face, le *rempart* arrondi et la *bouterolle* en forme de trapèze servent d'écrou, l'un à la *grande vis du milieu*, l'autre à la *vis de batterie*. On a entaillé dans la face interne du corps de platine une *mortaise* pour le *tenon du ressort de gâchette*; dans le corps, une *échancrure* pour le bassinet et treize *trous*, dont neuf, taraudés, sont percés perpendiculairement à jour pour les vis et pivots.

Le bassinet contient la poudre de l'amorce; on l'a fait en cuivre, parce que ce métal résiste mieux à l'action corrosive des gaz : dans les premiers fusils, il était en fer et à coulisse. La *fraisure* du bassinet désigne l'évidement dans lequel on met la poudre d'amorce; sa profondeur doit être telle que ses bords latéraux couvrent assez la lumière pour arrêter le jet de flamme et l'empêcher de gêner le tireur; la *queue* est percée d'un trou pour la vis qui fixe le bassinet au corps de platine; la batterie s'applique sur l'*entablement* du bassinet; la *bride* livre passage à la vis de batterie; le *rempart*, appliqué contre celui du corps de platine, ajuste le bassinet; et dans l'*encastrement du bassinet* on loge le corps de platine.

La *table* de la batterie pose sur l'*entablement* du bassinet et y retient l'amorce; sa *face*, recouverte d'une mise d'acier, reçoit le choc de la pierre; le *dos* est opposé à la face; le *talon* limite le mouvement de la batterie, et son *pied en rouleau* glisse sur le ressort quand la batterie est en mouvement; immédiatement au-dessous du pied, la batterie est percée d'un *trou* pour la *vis de batterie*. On se gardera de donner trop de pente à la face de batterie, afin que la production des étincelles communique sûrement le feu à l'amorce; car, sans cela, le chien atteindrait l'extrémité de sa course avant d'avoir complète-

ment découvre le bassinet ; si cette pente était trop faible, la pierre frapperait trop bas et ne ferait pas jaillir assez d'étincelles. En outre, la face doit être bien perpendiculaire au corps de platine pour que la pierre la frappe en plein. A l'époque de l'introduction des platines à silex, on cannelait la face de la batterie.

Le *ressort de batterie* remplit deux fonctions : l'appui de sa *grande branche* mobile contre le pied de la batterie la tient abattue sur le bassinet ; après le choc de la pierre, et aussitôt que son pied est arrivé au delà de la perpendiculaire abaissée du centre de la vis de batterie sur cette branche du ressort, celle-ci agit sur le pied et continue le mouvement de rotation de la batterie jusqu'à ce que son talon vienne s'y appuyer. Ce ressort empêche alors la batterie de revenir sur elle-même et de refermer le bassinet, qui doit rester ouvert pour le rechargement. La *petite branche* du ressort, assujettie par la *vis du ressort de batterie* et par un pivot, est terminée par une *patte*. La *grande branche* doit avoir peu de jeu, et le *cul* du ressort, arrondissement où se réunissent les deux branches, doit être assez ouvert pour donner passage à la *grande vis de platine* : sa bonté dépend de la qualité de l'acier et de la manière dont il est cintré.

Le chien, fixé au moyen de la *vis de noix* sur le *carré de la noix*, renverse la batterie par l'intermédiaire de la pierre maintenue entre ses deux *mâchoires*, et met l'amorce à découvert pour l'enflammer au moyen des étincelles produites par la pierre ; son *carré*, ouverture pratiquée entre le *ventre* et le *cul*, reçoit le carré de la noix ; sa *sous-gorge* et son *dos* contourment extérieurement le *cœur*, évidemment destiné à diminuer le poids du chien ; sa *crête* conduit la *mâchoire supérieure* et l'empêche de tourner ; son *embase* donne un appui à cette mâchoire ; sa *mâchoire inférieure* est percée d'un trou pour la *vis* ; la face extérieure du chien est concave, et sa face intérieure, plane, porte un *espalet* ou *support* qui s'appuie sur le corps

de platine et arrête le mouvement du chien quand la pierre a cessé de frapper.

La mâchoire supérieure est couronnée d'une *assise* et porte postérieurement un *talon* et un *encastrement* pour la crête du chien; elle est percée d'un *trou* pour la *vis du chien*, dont la *tête* arrondie est fendue et percée d'un œil : cette construction de la vis permet de la faire mouvoir soit à l'aide d'une broche introduite dans l'œil, soit au moyen d'un tourne-vis ou d'une pièce de monnaie engagés dans la fente. La vis, établie perpendiculairement à la mâchoire inférieure et parallèlement à la crête pour éviter sa rupture, repose par son *embase* sur l'assise de la mâchoire supérieure; l'embase est surmontée d'une *partie cylindrique*. Si le centre du carré du chien n'était pas dans l'axe du trou de la mâchoire inférieure, la gerbe de feu n'arriverait pas toujours exactement au milieu du bassinet. La mâchoire supérieure est percée de manière à l'incliner sur la mâchoire inférieure pour pincer la pierre par son extrémité.

La pierre est enveloppée d'une feuille de *plomb laminé* qui, répartissant la pression des mâchoires sur toute l'étendue de la pierre, l'empêche de se casser ou de glisser; son biseau tranchant porte le nom de *mèche*; on distingue encore dans la pierre un *dessus*, un *dessous* et des *flancs*; le tranchant doit dépasser les mâchoires d'environ 0^m,007 et être parallèle à la face de la batterie.

Lorsque la pierre frappe obliquement et avec force la face de la batterie, elle en détache, par un violent frottement, de petites particules d'acier portées à une température assez élevée pour que leur combinaison à l'oxygène de l'air se fasse avec production de chaleur et de lumière : ces parcelles de métal incandescent constituent les étincelles, qui enflamment la poudre contenue dans le bassinet.

La noix, une des principales pièces de la batterie, s'appuie d'un côté par son *arbre cylindrique* terminé en *carré*, sur le

corps de platine, et de l'autre côté elle repose par son *pivot* dans un *trou de la bride de noix*. La bride est maintenue parallèlement au corps de platine par deux *vis* et un *pivot* : la *vis de bride* fixe son *pied*, la *vis de gâchette* perce sa *grande corne*, et le pivot de la bride, appliqué à l'autre corne, est reçu dans un trou du corps de platine, et contribue à donner à la bride la fixité qu'elle réclame. Le carré de l'arbre de la noix est percé au centre d'un *trou taraudé* pour la *vis de noix*.

Le chien reçoit son mouvement du carré de la noix, sur lequel il est assujéti par la vis.

La noix porte en saillie sur sa face interne une *embase* de 0^m,0002 d'épaisseur, qui l'éloigne de la platine et diminue ainsi son frottement; dans le même but, la grande branche du *grand ressort* a un jour égal dans toute sa longueur, pour éviter de donner de la dureté à la platine.

Le grand ressort agit sur la noix en appuyant sa *griffe*, terminée en *rouleau*, sur la *griffe* de la noix; celle-ci a une courbure telle, qu'au commencement du mouvement, quand le ressort est *bandé*, l'arc élémentaire décrit par l'extrémité de sa *griffe* est normal à la surface de la *griffe* de noix en leur point de contact; si la *griffe* de noix était trop creusée, le grand ressort perdrait de sa force, et l'on risquerait de le casser en rapprochant trop ses branches si elle était trop pleine.

On a entaillé dans la noix deux crans, dans lesquels se loge le *bec* arrondi de la *gâchette*. Le *cran du repos* est le plus voisin de la *griffe*; sa profondeur est suffisante, et ses faces sont inclinées de telle sorte que tout effort normal exercé sur sa face supérieure est dirigé vers le pivot de la noix, afin qu'une pression sur la *détente* ne puisse en faire échapper le *bec* de la *gâchette* : on a résolu le problème en dirigeant la surface supérieure de ce cran à peu près perpendiculairement au rayon passant par l'axe de rotation de la noix. L'autre cran, celui du *bandé*, est terminé supérieurement par une surface

plane, dirigée vers le centre de la noix : par cette disposition, la moindre pression sur la détente fait tourner la noix autour de son pivot et dégager le bec de la gâchette. Dès lors la noix, libre de se mouvoir, est abandonnée à l'action de la force motrice emmagasinée dans le grand ressort.

Il résulte de cette discussion que de la parfaite exécution de la noix dépend la perfection de la platine, et que le cran du repos ne doit pas présenter de saillie, si l'on veut empêcher le bec de la gâchette de s'y engager, après être sorti du cran du bandé.

Les parties saillantes des deux crans seront donc, tout au plus, situées sur le même arc de cercle décrit du pivot comme centre ; mais il sera bon de rentrer un peu le cran du repos et de soutenir la pression sur la détente, pour éviter la *rencontre*.

Il est presque inutile d'ajouter que la gâchette, d'une épaisseur égale à celle de la noix, maintient le chien au repos ou au bandé ; sa *queue*, à angle droit sur le grand bras du levier coudé formé par la gâchette, reçoit l'action du petit bras du levier de la détente, dont le grand bras sert d'appui au doigt pour faire partir l'arme par un faible effort.

La gâchette pivotant autour de la vis de gâchette, les parties rentrantes des crans devront se trouver sur un même arc de cercle, décrit du milieu de cette vis comme centre.

Dans le but d'obvier à l'inconvénient de la gêne, qu'éprouve parfois la gâchette quand sa vis est trop serrée, on a renforcé la *tige* de cette vis de manière à former une *embase* ; cette embase, appuyant sur le corps de platine lorsque la vis est à fond, maintient invariablement la bride et empêche le soldat de serrer trop fortement la gâchette, et de donner ainsi de la dureté à la platine.

Le ressort de gâchette presse la gâchette contre la noix ; sa *branche fixe* (la grande branche dans celui-ci) est assujettie par un pivot en forme de *tenon* et une *vis* ; la branche mobile

doit avoir un jeu presque insensible, mais si elle n'était pas assez longue, la platine serait *dure à la détente*.

La petite branche du grand ressort est terminée par une *patte*; l'appui qu'elle prend contre le rempart du corps de platine, facilite le démontage de sa vis et la soulage ainsi que le pivot.

Il est utile de donner à l'arbre de la noix une certaine saillie sur le corps de platine, pour éviter le frottement du chien et augmenter ainsi la force du grand ressort; le diamètre de la noix devra être assez grand pour tenir le bec de la gâchette à une distance suffisante du pivot, et la dégager par un faible appui sur la détente.

Quand le chien est au bandé, il doit y avoir 0^m,0006 de distance entre l'extrémité de la griffe de noix et le fond de la griffe du grand ressort : le chien jouit alors de la *surbande* nécessaire pour l'abattre lentement sur le bassinet, en le soutenant avec le pouce lorsqu'on ne veut pas faire jaillir d'étincelles.

Il est très-difficile de mettre en parfaite harmonie le ressort de batterie et le grand ressort. Cette condition est cependant de la plus haute importance.

Légèreté et solidité sont les qualités qu'on doit s'attacher à réunir dans la monture : c'est pourquoi elle est en bois de noyer. Cette essence offre une grande résistance à la séparation de ses fibres et se taille très-facilement.

La monture, droite sur une partie de sa longueur appelée le *fût*, dans laquelle on a creusé le *logement du canon* et celui de la *baguette*, est recourbée un peu au delà de la tranche au tonnerre, de telle sorte que sa *poignée* forme un angle obtus avec la direction du fût. Cette déviation, à laquelle on donne le nom de *pente*, est destinée à faciliter la visée, en permettant de placer l'œil dans le prolongement du canon, et à diminuer l'effet du recul contre l'épaule de l'homme.

Pour se rendre compte de l'effet de la pente, il suffit de

remarquer que l'une des composantes du recul, dirigée suivant la crosse, agit directement par la *couche* sur l'épaule du tireur, et avec d'autant moins d'intensité que la pente est plus considérable; l'autre composante, dont la valeur croît en raison de la diminution de la première, agit perpendiculairement, et tend à imprimer à l'arme un mouvement de rotation autour du point d'appui de la crosse. Si la pente dépassait une certaine limite, le bras de l'homme n'aurait plus assez de force pour s'opposer à ce mouvement de rotation; mais l'adhérence des fibres du bois étant pour ainsi dire le seul obstacle à la rupture vers la poignée, il est impossible de donner à la couche une pente assez forte pour exposer la tête du tireur à être frappée par le relèvement de l'arme. Dans notre fusil, la pente est d'environ 12° à 15°.

Le fût est encore destiné à garantir le canon quand, par mégarde, on laisse tomber l'arme.

La longueur de la partie du bois comprise depuis l'encastrement du canon jusqu'à l'extrémité de la crosse complète, avec le canon, la longueur totale de l'arme. On la déterminera en ayant égard à la condition qu'un homme de taille ordinaire puisse mettre en joue sans trop déranger la position de sa tête, et qu'elle porte le bassinet à une assez grande distance de l'œil du tireur pour empêcher les gaz de l'amorce de l'offenser. La plupart des puissances ont fixé cette longueur à 0^m,38.

L'arrondissement et l'amincissement de la poignée permettent de saisir l'arme et de la maintenir fortement dans la main quand on emploie la baïonnette. La poignée et la crosse sont réunies par le *busc*; la *joue*, évidemment pratiqué dans la crosse, contribue à faciliter la visée; l'*encastrement de la platine* met son mécanisme à couvert.

La *capucine*, espèce d'anneau, entoure le canon et le fût et leur sert de lien; elle pose sur une *embase* entaillée dans le fût; et l'*embase* d'un *ressort*, dont le *corps* est perpendiculaire à sa

goupille en acier, enfoncée dans le fût, la retient en place; le *bec* de la capucine est coupé carrément.

Un second anneau, l'*embouchoir*, contribue à assurer la réunion du canon et du fût; il porte sur sa *bande inférieure* un *guidon* en cuivre, et garantit de l'usure l'extrémité du fût. Le *guidon* facilite le tir de l'arme; comme il fait partie de l'*embouchoir*, il est urgent d'empêcher son déplacement: c'est pourquoi on assujettit cette pièce de garniture par un ressort à *bouton*, analogue au ressort de la capucine. L'*entonnoir* de l'*embouchoir* livre passage à la baguette.

Le mode de réunion du canon au fût est complété par la *grenadière*, assujettie d'une manière analogue à la capucine. Les trois *ressorts de garniture* sont logés dans le bois. Le *pivot* de la *grenadière* est percé d'un trou pour le *clou rivé du battant de bretelle*.

La *bretelle*, en cuir, est destinée à faciliter le port du fusil en bandoulière; elle est engagée dans un second *battant de sous-garde*, conforme au premier; une *goupille*, engagée dans un trou de la *queue* du battant inférieur, assujettit sur le bois le battant de sous-garde, le devant du *pontet* et de l'*écusson*. Ces deux dernières pièces consolident l'arme et font jouer la platine. La dernière, désignée souvent sous le nom de *pièce de détente*, renforce la poignée dans sa partie faible; ses *élévations* ou *nœuds* empêchent le fusil de glisser dans la main, lorsqu'il sert d'arme d'hast. L'*écusson* porte à sa face interne un *taquet*, pour recevoir le bout de la baguette, et une *bouterolle* servant d'écrou à la vis de culasse. Trois *fentes* ouvrent passage à la queue du battant, à la détente et au *crochet à bascule* du pontet: la dernière porte une *embase* pour le *nœud* postérieur du pontet. De chaque côté de la fente destinée à la détente, la face interne de l'*écusson* porte une *ailette*, avec trou pour la *vis pivot* de détente. La *branche* de l'*écusson* est percée d'un œil fraisé pour la *vis* à bois de *sous-garde*. La *vis* de détente traverse les ailettes et la *lame* de la détente, dont

la *queue* ou *touche* aplatie donne un bon appui au doigt.

Le pontet de sous-garde garantit la détente d'une pression accidentelle; sa plus grande largeur règne au milieu, d'où elle diminue jusqu'aux nœuds; le *nœud antérieur* affecte la forme en goutte de suif, il est fendu et porte une *embase* pour le battant.

Le *porte-vis*, la *contre-platine* ou *esse*, consolide la poignée et fait fonction de rosette pour les *grandes vis de la platine*.

Enfin, la monture est garantie des chocs contre le sol par la *plaque* de couche, percée de deux *trous fraisés* pour les *vis à bois* qui l'assujettissent.

La *tête* des vis à bois est arrondie et fraisée en dessous : ces vis n'ont pas, comme les autres, une partie cylindrique entre la tête et les filets.

Toutes les pièces de garniture sont en fer; la plaque de couche, le porte-vis et l'écusson sont encastrés dans le bois.

Mode de chargement du fusil. — Il nous reste à examiner la *baguette* pour terminer la description du fusil. En France, du temps de Vauban, les baguettes étaient en bois : les caporaux avaient seuls la baguette en fer, pour forcer la descente des balles dont l'introduction rencontrait de la résistance; bientôt on les fit en fer, et aujourd'hui elles sont en acier dans presque tous les pays. Aucun autre métal ne possède comme l'acier, sous un faible diamètre, une rigidité suffisante pour ne pas se fausser ou ployer lorsqu'on agit avec effort suivant son axe.

La *tête* en poire de la baguette débordé l'entonnoir de l'embouchoir quand la baguette est dans son canal; elle y est retenue par un ressort à *cuilleron* en feuille de sauge, dont le corps présente un *pontet* pour donner passage à la *goupille*, qui le fixe dans l'épaisseur du fût, vers son extrémité postérieure. Le soldat avait pour habitude de dégarnir le bois du fusil sous l'embouchoir et d'élargir le canal de la baguette, dans

le désir de faire résonner son fusil pendant les manœuvres d'arme ; on a atteint le même but et évité ces mutilations, en maintenant la baguette par un ressort et en élargissant l'entonnoir. Le *bout fileté* de la baguette reçoit le *tire-balle* ou *tire-bourre*.

Passons maintenant à l'exécution du chargement, et examinons au préalable la disposition de la charge.

Anciennement les charges de poudre étaient préparées et renfermées dans de petits tubes suspendus à une espèce de ceinture appelée *cartouchière* : cet usage n'étant pas sans inconvénient et occasionnant des lenteurs, en 1703 Gustave-Adolphe inventa la *cartouche*.

On donne ce nom à un petit tube de papier renfermant la charge de poudre et le projectile, séparés entre eux par une ligature en fil gris, et fermé en arrière du projectile par une seconde ligature. Le papier de la cartouche doit être peu hygrométrique, sans défaut, d'une épaisseur uniforme de 0^m,035 à 0^m,040, à la rame, de 500 feuilles bien pressées et non pliées.

Dans le principe de l'introduction des cartouches, on amorçait l'arme avec de la poudre fine contenue dans une poire à poudre. Les dangers inhérents à l'emploi de ce système d'amorce firent décider, quarante et un ans après l'adoption des cartouches, que désormais elles fourniraient également l'amorce. De sorte qu'aujourd'hui, pour charger son fusil, le soldat prend une cartouche dans la giberne où elles sont à l'abri des influences extérieures, déchire avec les dents l'extrémité de la cartouche du côté sans ligature où l'on a replié le papier sur lui-même, verse environ un gramme de poudre dans le bassinet, le ferme avec la batterie, descend l'arme à gauche et fait couler par la bouche du canon le contenu de la cartouche ; introduisant alors le projectile avec le papier qui l'enveloppe, il le pousse à fond au moyen du gros bout de la baguette, refoule deux fois, replace la baguette dans son

canal; et pour être prêt à faire feu il ne lui reste qu'à *armer*, c'est-à-dire à mettre le chien au cran du bandé.

Les projectiles pour armes portatives sont des balles sphériques en plomb. On a choisi de préférence ce métal à cause de sa grande densité, et parce que le peu de dureté des corps animés contre lesquels on dirige les feux de mousqueterie permet l'emploi d'un métal assez mou : la grande malléabilité de ce métal est d'ailleurs favorable à la conservation des armes.

Notre balle a un diamètre de 0^m,0165; elle pèse 27^{gr},2 : on en compte dix-huit dans une livre ancienne.

Nous remarquons 0^m,001 de différence entre le calibre de l'âme et celui de la balle. Ce *vent* est une conséquence du chargement au moyen de cartouche; il doit être assez grand pour permettre l'interposition d'un double de papier entre la balle et la paroi de l'âme; et l'encrassement très-rapide du canon, résultant d'un tir prolongé, empêcherait bientôt l'introduction de la balle si le vent était trop faible. Mais la justesse du tir et la portée diminuent à mesure que le vent augmente; en évitant un inconvénient, on tombe dans un autre. Il a donc fallu s'arrêter à un terme moyen, et la grandeur du vent a été déterminée de telle sorte que le soldat puisse consommer les cinquante cartouches qu'il porte sur lui un jour de combat, sans être obligé de nettoyer son arme.

Le fusil d'infanterie présente plusieurs inconvénients notables. Ainsi, sa platine est trop compliquée, le grand nombre de surfaces frottantes exige une fréquente application d'huile aux articulations; le mode de chargement est très-génant et dangereux, en ce qu'il oblige de desserrer les rangs pour retourner la baguette, et qu'alors les hommes du premier rang sont exposés aux coups de feu du troisième; enfin par un vent violent ou par un temps de pluie, il est presque impossible de faire feu.

Tire-balle.

Le tire-balle sert principalement à retirer du canon la charge qu'on y a introduite. A cet effet, après l'avoir vissé par le *trou taraudé* de sa *tête* sur le bout fileté de la baguette, on le descend sur la charge au fond du canon ; puis, appuyant avec force la paume de la main sur le gros bout de la baguette, on fait pénétrer la *tige filetée* du tire-bourre dans le projectile et les *branches en spirale* dans le papier de la cartouche ; aussitôt que les branches rencontrent la balle, on retire la baguette avec précaution, suivant l'axe du canon, pour ramener à la bouche la balle et le papier qui l'enveloppe.

La tige dépasse les branches en spirale d'environ 0^m,006 ; et porte un double filet saillant. Le massif de la tête est percé d'une ouverture perpendiculaire à l'axe du trou taraudé, pour recevoir le chasse-noix du nécessaire d'arme, quand on veut exercer un grand effort afin de dévisser le tire-balle.

Nécessaire d'arme.

La bonne conservation des armes entre les mains des hommes exige qu'on les démonte et les remonte d'une manière méthodique. On affiche dans toutes les chambrées la manière et l'ordre suivant lesquels doivent se faire ces opérations ; et, pour cet objet, chaque homme est pourvu d'un *nécessaire d'arme*.

Le nécessaire d'arme se compose d'un étui en tôle d'acier renfermant : une *fiote à l'huile*, adaptée sur le *fond* qui sert de couvercle à l'étui, fermée par un *bouchon à vis* et à *tige* tenant lieu de spatule pour prendre l'huile ; une *lame de tourne-vis* à deux *têtes*, de dimensions appropriées aux diamètres des têtes de vis ; un *chasse-noix*, servant en outre de tige pour tourner la grande vis du chien ; et un *bourre-noix*, *chasse-goupille*, portant un *logement* pour le pivot de la noix. Ces trois

dernières pièces sont renfermées dans une *trousse* en drap. Le corps de l'étui, percé de deux *fentes* pour recevoir la lame du tourne-vis, fait fonction de manche ; il joue le rôle de levier pour serrer et desserrer la vis de la fiole. On introduit habituellement la lame tourne-vis dans la fente du fond de l'étui, car elle permet de tourner les vis sans qu'à chaque tour la main quitte le manche ; on emploie la fente latérale, entourée d'un *bourrelet*, quand une vis tient trop fortement et qu'il faut agir avec effort pour la desserrer. Le manche sert aussi de marteau pour chasser les goupilles et pour rafranchir le tranchant de la pierre à feu.

Pour faire usage du chasse-noix, on introduit le petit bout de la tige dans le trou de la vis de noix et l'on frappe sur le gros bout. La réunion du chien et de la noix se fait en introduisant le pivot de la noix dans son logement du bourre-noix et en frappant dessus. Le nécessaire d'arme est logé dans le bois de la giberne.

Monte-ressort.

Le nettoyage de la platine exige parfois qu'on la démonte totalement ; dans ce but, un *monte-ressort* est confié à chaque caporal ou brigadier de l'effectif. Cet instrument, employé pour comprimer les ressorts et les enlever ou les replacer, est une espèce de levier ; il se compose de deux *branches*, l'une *grande*, l'autre *petite*, réunies par une *charnière* ; à la grande branche est adapté un *crochet fixe* ; l'extrémité de la petite porte un *crochet mobile*, autour d'une charnière, qui traverse l'extrémité correspondante de la grande branche. Au moyen d'une *vis de pression*, on fait mouvoir la petite branche de manière à rapprocher son extrémité vers la grande, lorsqu'on veut comprimer le grand ressort ; les deux crochets servent exclusivement au ressort de batterie.

Fusil des troupes du génie.

Ce fusil ne diffère de celui de l'infanterie que par sa garni-

ture toute en cuivre, à l'exception des deux battants de bretelle.

Fusil de rempart.

Un fusil de rempart, destiné à la défense des places, est dans ce moment en cours d'expérience; rien encore n'a été statué sur le modèle qu'on adoptera.

L'ancien fusil de rempart, modèle hollandais, est, en grandes dimensions, semblable au fusil d'infanterie; il lance des balles de plomb du poids de 8 à la livre.

Mousqueton de gendarmerie.

Le mousqueton de gendarmerie, dont le nom dérive de mousquet, doit servir d'arme d'hast quand le gendarme met pied à terre; partant, on l'a établi de telle sorte qu'armé de sa baïonnette il soit d'une longueur suffisante.

Le poids du fusil était trop considérable pour le service à cheval; on a donc été obligé d'adopter pour la gendarmerie une arme de dimensions un peu plus faibles, pesant 3^k,38 sans baïonnette, et 3^k,70 avec baïonnette.

Ce mousqueton, du modèle de l'an xi, a un canon long de 0^m,75 (environ un pied de moins que celui du fusil); dépassant le fût plus que dans le fusil, quand le gendarme est à cheval, il peut introduire son extrémité dans la *botte* fixée à l'étrier droit : dans le même but, l'embouchoir est plus reculé. Une courroie fixée au pommeau de la selle maintient le mousqueton obliquement à droite de l'homme, lorsqu'il est à la botte.

Dans cette position renversée de l'arme, la charge descendrait indubitablement, et si l'on faisait feu sans prendre le soin d'enfoncer de nouveau la cartouche, on courrait grand risque de faire éclater le canon. Pour écarter cette chance d'accident et n'employer qu'une seule balle avec toutes les armes porta-

tives, on a réduit le vent de 0^m,0004. Cette réduction du calibre est sans inconvénient pour le service, attendu que le mousqueton n'est pas destiné, comme le fusil, à fournir un feu continu : l'approvisionnement du cavalier ne s'élève qu'à vingt cartouches. Malgré la diminution du vent, la balle descend encore quelquefois, par les cahotements inévitables de l'arme.

La facilité du service exige que l'on relie le mousqueton d'une manière quelconque au cavalier, afin qu'après avoir tiré il puisse abandonner son arme et faire prendre à son cheval une allure accélérée, sans se préoccuper du soin de placer son arme à la botte. La *tringle*, fixée d'un côté à la grenadière, et par sa partie inférieure au moyen de la grande vis de platine, permet cette manœuvre, à l'aide d'un *anneau* dans lequel on engage le *crochet porte-mousqueton*. Aussitôt que l'arme est abandonnée à elle-même, l'anneau glisse à la partie inférieure de la tringle; le centre de gravité de l'arme, situé à environ 0,41 en avant de la tranche postérieure du tonnerre, étant alors placé en dessous du point de suspension, maintient l'arme renversée et soustrait ainsi le cavalier aux chances d'accident. La tringle est suffisamment longue pour permettre à l'anneau de glisser contre la grenadière, quand pour le chargement le cavalier est obligé de passer l'arme à gauche. Lorsque le cavalier met pied à terre, il jette son mousqueton par-dessus l'épaule gauche.

Observons toutefois qu'à la giberne du gendarme il n'y a pas de porte-mousqueton : la tringle est donc pour le moment inutile; mais il est probable que si cette troupe était mobilisée on en tirerait parti.

La platine nous offre un nouveau point de rapprochement entre le mousqueton et le fusil; elle est, en petite dimension, entièrement semblable dans les deux armes.

On n'a pas entaillé de joue dans la crosse, dont la plaque de couche est en cuivre. La capucine est supprimée, on a donné sa forme à la grenadière; celle-ci est ouverte sur le côté inté-

rieur et présente deux *pivots*, qui reçoivent entre eux le bout supérieur de la tringle. La tringle est aplatie à sa partie inférieure près du *coude*, pour servir de rosette à la vis qui l'assujettit sur la monture. Il y a deux anneaux, l'un est de réserve.

L'embouchoir, en cuivre, porte sur sa bande supérieure le guidon, également en cuivre. Il n'y a pas de taquet à l'écusson, et le battant inférieur est situé en arrière du pontet. On remarque également l'absence d'ailette pour la détente; celle-ci pivote sur une *goupille*. La branche de l'écusson est percée de deux *trous fraisés*, et porte au milieu de leur intervalle le *pivot du battant*. Le pontet en cuivre est fixé antérieurement par une vis. La contre-platine est également en cuivre. La tête de la baguette a la forme d'un cône tronqué.

Mousqueton de cavalerie.

Le modèle français de 1816, modifié en Belgique en 1834, a été adopté pour le mousqueton de cavalerie. Ce mousqueton, destiné principalement au service des vedettes, étant plutôt une arme d'avertissement qu'une arme offensive, on a pu sacrifier une partie de la justesse de tir et raccourcir le canon. Il a donc été réduit à la longueur de 0^m,50; à cette dimension près, il ne diffère du canon de gendarmerie que par l'absence du tenon de baïonnette et par le *guidon* en cuivre brasé à son extrémité.

Sa platine est de plus petite dimension, et son bassinet porte un *garde-feu*. Il n'a ni grenadière ni battants; l'embouchoir est muni d'un *pivot*, reçu entre les deux *rosettes* de l'extrémité supérieure de la tringle; le mousqueton ne portant pas sa baguette, il devenait inutile de donner un taquet à l'écusson; et pour le même motif, on a supprimé l'entonnoir de l'embouchoir. La baguette est commune au mousqueton et au pistolet; elle est reliée par une *lanière* au baudrier de la giberne; sa tête est en forme de clou, et son autre extrémité porte, au-dessous du bout

fileté, un anneau dans lequel on passe la lanière; celle-ci s'engage dans le crochet porte-sabre, afin qu'elle ne gêne pas le cavalier quand il ne s'en sert pas.

Par suite du raccourcissement du canon, le centre de gravité du mousqueton est rapproché de 0^m,08 vers la crosse; cette circonstance a nécessité une plus grande longueur de la tringle; et pour lui conserver le même point d'attache de sa partie inférieure, il a fallu la recourber sur elle-même. La *petite branche* de la tringle, percée à son extrémité d'un œil formant rosette pour la grande vis de platine, est en outre percée vers son coude d'un trou taraudé pour la vis de tringle : la tête de celle-ci est appuyée sur une *rosette* en cuivre de forme ovale, placée à la pointe de la queue de la platine. Cette arme ne portant pas de baïonnette, on a supprimé les nœuds de l'écusson. La crosse a, comme au fusil, une joue évidée; les garnitures sont en cuivre. Le calibre du canon des mousquetons de cavalerie et de gendarmerie est le même.

Pistolets.

Le pistolet, ainsi nommé à cause de son analogie avec de petites arquebuses de cavalerie que l'on fabriquait à Pistoie, en Toscane, a été donné, en 1543, aux troupes à cheval, pour leur défense dans les mêlées ou dans les combats individuels.

Placé dans la fonte, sur le côté gauche de la selle, il est relié au pommeau par une lanière passée dans un anneau fixé à la *calotte*, extrémité de sa poignée; de sorte que le cavalier peut, après le tir, abandonner son pistolet sans crainte de le perdre, s'il n'a pas le temps de le replacer dans la fonte, ou s'il veut immédiatement se servir de son sabre.

Le pistolet de gendarmerie du modèle français 1816 modifié n'a pas d'anneau à la calotte; vu la nature de son service, le gendarme a toujours le temps de replacer son pistolet dans la fonte. Mais il porte extérieurement un *crochet de ceinture*,

adapté au moyen de la grande vis du milieu : ce crochet assujettit le pistolet au ceinturon quand le gendarme est à pied. Sa queue porte un pivot qui, logé dans le bois, procure au crochet un second point d'appui et l'empêche de tourner.

Le pistolet se tirant à bras tendu, on devait éviter de lui donner un poids trop considérable ; afin de l'alléger, le canon, de même calibre que celui du mousqueton, n'a que 0^m,20 de longueur.

Le poids total de l'arme s'élève à 4^k,15.

La queue de la culasse est entaillée en dessous, pour la *bride de poignée*. Cette bride en fer consolide la poignée, très-affaiblie par sa grande courbure qui interrompt les fibres du bois ; ses extrémités, entaillées en dessus pour recevoir les queues de culasse et de calotte, sont percées d'un œil pour les vis qui les assujettissent. La calotte, en cuivre, à tête d'aigle, est également percée de deux trous fraisés pour les vis de calotte ; la vis du sommet est à bois.

Un seul modèle de platine est affecté aux pistolets et au mousqueton de cavalerie.

La longueur de la monture est proportionnée aux autres dimensions de l'arme ; la crosse est fortement courbée pour faciliter l'usage de l'arme et diminuer l'intensité du recul : par suite, la force qui tend à relever le pistolet agit ici avec beaucoup d'énergie.

La capucine, en cuivre, est maintenue par une *bride* entaillée en dessous pour la contre-platine, et percée d'un *trou* pour le passage de la baguette. La contre-platine, également en cuivre, reçoit la *bride de capucine* dans une entaille de sa face intérieure : ces pièces sont réunies par la vis de platine. Le pontet est le même qu'au mousqueton de cavalerie, la branche d'écusson fait fonction d'écrou à la vis de bride et de calotte.

Le gros bout de la baguette est en tête de clou ; son petit bout est fileté pour recevoir le tire-bourre.



On a apporté quelques modifications au pistolet de gendarmerie pour l'approprier au service de la grosse cavalerie et de l'artillerie à cheval, en supprimant le crochet de ceinture pour le remplacer par un *anneau* engagé dans la *tête à piton* de la vis du sommet de calotte.

Le pistolet de cavalerie légère ne diffère de celui-ci que par l'absence de la baguette; on sait que celle du mousqueton est commune aux deux armes.

Numérotage des armes à feu portatives. — La plaque de couche des fusils, des mousquetons, et la calotte des pistolets, portent la lettre alphabétique du corps, le numéro de l'arme et le millésime de l'année de la mise en service.

La tête de la baguette ne porte que les deux premières marques.

Le nécessaire d'arme est marqué du numéro d'arme, sur le couvercle et sur le fond.

Sur la grande branche du monte-ressort on inscrit la lettre du corps et un numéro appartenant à une série commençant au n° 1, et finissant au dernier numéro représentant le nombre de monte-ressort nécessaire au complet de l'effectif des caporaux et brigadiers.

CHAPITRE II.

BOUCHES A FEU.

Les bouches à feu sont principalement destinées à porter de gros projectiles aux distances où ne peuvent atteindre les petites armes, et à produire des effets plus étendus et plus variés que les balles lancées par les armes à feu portatives.

Une bouche à feu se compose également de deux parties principales : la *pièce* ou *bouche à feu* proprement dite, en métal, contient le moteur et assure une bonne direction au projectile; l'*affût*, généralement en bois renforcé de ferrures, dispose la bouche à feu pour le tir et facilite sa manœuvre.

Toutes les bouches à feu indistinctement doivent remplir certaines conditions désignées, pour cette raison, sous le nom de *conditions générales*; d'autres, relatives au service spécial de la bouche à feu, constituent les *conditions particulières* que l'on s'efforcera de réunir pour rendre la bouche à feu d'un bon service.

Nous nous occuperons en premier lieu des conditions générales, pour rechercher ensuite les moyens de les réaliser.

Une bouche à feu doit, avant toute chose, posséder de la justesse dans son tir et une solidité proportionnelle à sa plus forte charge de poudre. L'action de la charge contre la pièce sera réduite au minimum pour épargner l'affût, et agira avec toute son énergie contre le projectile, afin d'étendre ses effets à grande distance. Dans ce but, la pièce sera construite de telle

sorte que la charge développe, s'il est possible, toute son action sur le projectile; il est donc indispensable de l'introduire dans la bouche à feu, car il sera ainsi plus longtemps sous l'influence de la charge.

Nous verrons bientôt que, pour soulager l'affût, le poids de la bouche à feu doit atteindre son maximum compatible avec la mobilité exigée par la nature de son service.

L'ensemble de la bouche à feu et de son affût doit réunir la stabilité à la simplicité, et il est indispensable pour le tir de pouvoir donner à la bouche à feu diverses inclinaisons par rapport à l'horizon. Une ouverture, communiquant au dehors et aboutissant en arrière de l'emplacement du projectile, est nécessaire pour la transmission du feu à la charge.

Enfin, par sa forme, elle se prêtera sans risque d'accidents aux manœuvres de force et à l'exécution du chargement.

La destination de l'affût indique suffisamment qu'il doit permettre diverses inclinaisons à la bouche à feu et faciliter les changements dans la direction du tir; mais il ne suffit pas de disposer convenablement la pièce, il faut, en outre, s'opposer à sa séparation de l'affût par l'effet du tir et au renversement du système.

La construction de l'affût et son élévation seront combinées de manière à faciliter un chargement accéléré et un pointage rapide.

La solidité de l'affût le mettra à l'abri des dégradations, et le service de la bouche à feu ne devra pas exiger un personnel nombreux.

Les bouches à feu présentent un vide intérieur désigné sous le nom d'*âme*. L'âme, destinée à renfermer la charge et le projectile, a plus ou moins de longueur, afin de diriger le mobile; elle est fermée à l'une de ses extrémités, pour donner un point d'appui à la force motrice. Deux saillies latérales, appelées *tourillons*, facilitent l'inclinaison de la bouche à feu. La *lumière*, percée dans l'épaisseur de la paroi, permet l'inflam-

mation de la charge. On remplit la première condition des affûts en adoptant pour leur composition générale deux pièces verticales nommées *flasques*, avec *encastrement* pour les tourillons de la bouche à feu, et assez espacées pour lui permettre de se mouvoir dans leur intervalle. Un appareil particulier, appelé *vis de pointage* s'il est placé vers l'arrière, ou *coussinet de pointage* s'il occupe la partie antérieure, donne l'inclinaison à la bouche à feu.

L'extrémité postérieure de l'affût, désignée sous le nom de *crosse*, repose sur le sol; sa partie antérieure est ordinairement élevée au-dessus du terrain par deux *roues assujetties* à tourner autour d'un *essieu*. La disposition des flasques permet leur déplacement en tous sens et facilite les changements dans la direction du tir. Presque toutes les bouches à feu sont maintenues sur leur affût à l'aide de *sus-bandes* en fer, qui s'opposent à ce que les tourillons se dégagent de leurs encastres.

**Matières employées à la fabrication des projectiles
de l'artillerie et des bouches à feu.**

Si le plomb était plus dur et ne coûtait pas aussi cher, sa grande densité le rendrait éminemment propre à la fabrication des projectiles de l'artillerie; mais il se déforme par son choc contre le bois, contre la terre, contre l'eau et à plus forte raison contre des corps durs.

Les projectiles en fer forgé, difficiles à fabriquer, coûtent très-cher, tandis que le bas prix de la fonte de fer et la facile fabrication des projectiles de cette matière les rendent peu coûteux. Les projectiles en fonte de fer ne se déforment pas; ils se brisent quelquefois, mais alors leurs éclats produisent encore beaucoup d'effet, et souvent plus que si le projectile était resté entier: pour une même fonte, les projectiles sont d'autant plus aigres qu'ils sont d'un moindre calibre. La grande

dureté des projectiles en fonte les rend très-nuisibles aux bouches à feu, et ils s'oxydent par leur contact avec l'air humide. Néanmoins, la somme des avantages de la fonte l'emportant de beaucoup sur ses inconvénients, on a adopté ce métal pour la fabrication de tous les projectiles de l'artillerie, en limitant toutefois, eu égard à sa faible densité, le poids du plus petit projectile à 0^k,090 environ et son diamètre à 0^m,03 pour ne pas trop en restreindre les effets.

Le métal des bouches à feu doit être très-tenace et d'une dureté suffisante pour résister à la pression des gaz de la poudre et l'empêcher d'éclater sous leur action ou de se dégrader trop promptement.

Toutes les bouches à feu réclamant plus ou moins de mobilité, le métal employé à leur fabrication présentera sous le plus faible poids la plus grande résistance.

Le bronze, alliage de cuivre et d'étain, remplit assez bien ces conditions. Le cuivre, dominant dans cet alliage binaire, lui communique sa grande ténacité; mais à cause de la malléabilité de ce métal, la bouche à feu serait bientôt dégradée et mise hors de service si l'étain n'était là pour lui donner une dureté qui assure la conservation de ses formes.

Une forte proportion d'étain augmenterait la dureté de l'alliage; mais, après quelques coups, la haute température des gaz occasionnerait la fusion de l'étain et produirait ainsi, dans le pourtour de la charge, des chambres et des affouillements qui rendraient très-dangereux le service de la pièce. La combinaison des deux métaux est plus intime et on n'a pas à craindre la formation de chambres; mais, par contre, le projectile a bientôt dégradé l'âme, quand il entre trop peu d'étain dans l'alliage.

Les bouches à feu en bronze coûtent fort cher; elles se dégradent assez vite, surtout dans le tir à fortes charges. Quand ces dégradations sont assez avancées, elles privent la pièce de toute justesse de tir.

Dans le but d'augmenter la durée des bouches à feu, on a essayé, à diverses époques, de les faire d'un alliage ternaire, en ajoutant du zinc ou du fer au bronze : l'expérience a fait rejeter ces combinaisons.

Toutes les fois qu'il n'est pas indispensable d'avoir égard au poids de la bouche à feu, c'est-à-dire quand la nature du service permet de lui donner, sans inconvénient, un poids considérable, on fabrique les bouches à feu en fonte de fer, compensant le peu de ténacité de ce métal par une plus grande épaisseur de ses parois. Cependant l'emploi de la fonte de fer pour métal des bouches à feu est entaché d'un immense défaut dont on n'est pas encore parvenu à la débarrasser, malgré toutes les recherches que l'on a faites dans ce but. Les bouches à feu en fonte éclatent quelquefois sous l'action d'une faible charge, après avoir résisté à des charges beaucoup plus fortes. Cette rupture est probablement due à une foule de petites crevasses, qui se produisent, vers la région de l'emplacement du projectile et dans le sens de la longueur de l'âme, après un certain nombre de coups ; ces gerçures, en plus grand nombre postérieurement au projectile et à la partie supérieure de l'âme, sont une conséquence du manque de ténacité du métal, dont les molécules se séparent lors de l'agrandissement du diamètre de l'âme occasionné par la tension des gaz. A chaque coup, ces fissures, insignifiantes à l'origine, s'agrandissent et s'étendent, puis se referment ; la rouille, s'y introduisant bientôt, contribue à les approfondir, et, après un nombre indéterminé de coups, elles ont pénétré assez avant dans l'épaisseur du métal pour faire éclater la bouche à feu sous l'action d'une charge quelquefois très-faible. Cette rupture a lieu sans qu'aucun signe apparent, extérieur ou intérieur, l'ait annoncée.

Ainsi l'emploi des bouches à feu en fonte présente toujours un danger, d'autant plus imminent que le tir est plus rapide et plus accéléré ; par conséquent, on réservera la fonte pour les bouches à feu dont le tir s'exécute lentement et à faible charge.

Les bouches à feu en bronze coûtent environ dix fois plus cher que celles en fonte; mais elles éclatent rarement : une forte charge et un long service augmentent tout au plus le diamètre intérieur, au point de fendiller la surface externe. Elles périssent presque toujours par la partie antérieure, à cause de l'intensité des battements du projectile. On peut leur donner une moindre épaisseur de paroi, et les rendre ainsi plus mobiles. Enfin le bronze ne présente pas, comme la fonte, ces inégalités de résistance que l'on remarque entre les bouches à feu provenant d'une même coulée.

Principes de construction des bouches à feu.

Nous connaissons les conditions générales des bouches à feu, recherchons les éléments de leur établissement.

Calibre et charge de la bouche à feu. — La première chose à rechercher pour construire une bouche à feu, c'est son calibre et sa plus forte charge; ils déterminent l'intensité du choc du projectile, et dépendent de l'effet que l'on a en vue de produire : cette évaluation ne peut se faire *à priori*. La connaissance des effets produits par d'autres projectiles avec des charges données fixera, par comparaison, le choix du calibre et de la charge. Depuis longtemps, l'expérience de la guerre a parfaitement classé les projectiles par ordre de calibre, et les charges convenables pour produire un effet proportionné à la nature du but dans les différentes circonstances. On sait, par exemple, que, pour renverser des obstacles très-résistants, un projectile de gros calibre, lancé à forte charge, est indispensable; que les plus faibles calibres sont suffisants pour culbuter des hommes, des chevaux, etc., etc. On sait encore que le projectile parcourt une ligne d'autant plus voisine du sol, et d'autant plus longue, que la charge est, entre certaines limites, plus forte. Au delà de ces limites, la portée n'augmente plus avec la charge : car les fortes charges occupant un

plus long espace dans la bouche à feu, le projectile est moins longtemps soumis à leur action, et il pourra fort bien avoir quitté la bouche à feu avant la combustion entière de la poudre.

A l'époque où l'on n'avait pas coutume de grener la poudre, la charge des bouches à feu pesait ordinairement autant que le projectile; mais quand par le grenage on augmenta la force de la poudre, on diminua la charge d'un tiers, et, en 1740, Bélidor la fit réduire, en France, à la moitié du poids du projectile : depuis les expériences faites à Strasbourg à cette époque, on n'a plus employé de charge supérieure à celle-ci. Des expériences récentes, exécutées à Bapaume en 1847, paraissent prouver que la charge du tiers du poids du projectile est généralement suffisante.

On a coutume de déterminer la charge des bouches à feu en fonctions du poids des projectiles : ceux de même espèce ont, de cette manière, à peu près tous la même vitesse.

La charge du plus grand effet, pour le tir des projectiles creux, est inférieure à celle des projectiles pleins; et dans toutes les bouches à feu cette charge est intimement liée à la longueur de l'âme.

Longueur d'âme des bouches à feu.—Il est d'usage d'exprimer la longueur de l'âme d'une bouche à feu en fonctions de son calibre.

La justesse de tir exige une âme de la plus grande longueur possible; la vitesse initiale et la portée des projectiles augmentent aussi dans certaines limites avec la longueur de l'âme.

Il est facile de se rendre compte de la relation entre la longueur de l'âme et les portées. En effet, pour atteindre à une grande distance, il faut employer une forte charge, dont la combustion s'achève pendant le parcours du projectile dans l'âme; de sorte que, si le projectile parvient à son extrémité avant l'achèvement de la combustion, une partie des gaz est consommée en pure perte pour le projectile. Ainsi, toutes choses égales, une bouche à feu doit être d'autant plus longue que sa

charge ordinaire est plus considérable; cependant, en allongeant de plus en plus l'âme, on finirait par atteindre une limite au delà de laquelle les pertes de vitesse du projectile, par son frottement et ses battements dans l'âme, compenseraient l'accroissement de vitesse.

Avec une charge moitié poids du projectile, l'âme devrait avoir une longueur de vingt-sept calibres, et ne porter aucune dégradation, pour remplir rigoureusement la condition de faire concorder le départ du projectile avec l'achèvement de la combustion de la charge.

Une âme trop courte entraîne à une grande consommation de poudre pour communiquer au projectile une vitesse donnée; ainsi, dans une âme de douze calibres de longueur, la charge du quart imprime au projectile une vitesse de quatre cents mètres; tandis que, pour obtenir la même vitesse avec une charge d'un sixième, il faut allonger l'âme de huit calibres; une longueur d'âme de six à sept calibres est suffisante pour une charge de moitié poids du projectile.

La longueur de l'âme et la charge ne sont pas dans un rapport constant; il varie avec le calibre et la densité du projectile, l'état de l'âme et de la lumière, la qualité de la poudre, le vent du projectile et la forme de l'âme. Il est donc impossible de résoudre cette question par le calcul; mais l'expérience enseigne que l'âme peut être d'autant plus courte que le projectile résiste davantage ou que son angle de projection habituel est plus ouvert, que l'influence de la longueur d'âme sur les portées augmente quand l'angle de tir de la bouche à feu et sa charge sont faibles et quand la poudre employée se consume rapidement.

Les expériences de l'an xi exécutées en France ont établi que pour la charge du quart, à partir d'une longueur d'âme de dix-sept calibres, la vitesse ne croît plus sensiblement avec la longueur de l'âme; pour la charge du tiers, une longueur d'âme de dix-neuf à vingt calibres jouit de la même

propriété, et en dessous de quinze calibres seulement les portées diminuent d'une manière sensible.

On a constaté, à Hanovre, qu'avec la charge du demi la portée varie peu entre dix-huit et vingt-quatre calibres de longueur d'âme : une longueur d'âme de vingt à vingt et un calibres convient donc pour le tir avec cette charge.

Le tir à projectiles creux ne comporte pas une âme aussi longue et une charge aussi forte, pour ne pas briser les projectiles par les battements contre la paroi du tube. D'ailleurs ces projectiles sont généralement d'un plus grand diamètre; ils offrent donc aux gaz une plus grande surface, et une plus faible charge leur communique une vitesse suffisante : car la poudre peut achever sa combustion avant leur déplacement.

Les expériences de l'an xi montrent qu'avec les charges d'un tiers à deux neuvièmes, les vitesses des projectiles creux augmentent en allongeant l'âme jusqu'à seize calibres; d'autres expériences faites en Prusse ont montré que, pour des charges d'un neuvième, il n'y a pas utilité à allonger l'âme au delà de sept calibres.

En général, pour diminuer les pertes de force vive, épargner la bouche à feu et éviter les chances de rupture du projectile, l'âme doit être d'autant plus courte que les chocs contre la paroi sont plus intenses. Et, comme nous le verrons dans le livre suivant, une grande longueur d'âme facilite un pointage plus précis.

Presque toujours la longueur de l'âme est limitée par les convenances du service; elle varie suivant le mode de chargement et selon la disposition des pièces pour le tir.

Poids de la bouche à feu.—L'action de la charge se développe sur la bouche à feu avec une intensité au moins aussi grande que sur le projectile : par conséquent, si on veut diminuer la fatigue de l'affût et l'étendue du recul, le poids de la bouche à feu devra croître en raison de la masse du projectile et de la grandeur de la charge maximum.

L'expérience est le seul guide certain pour l'évaluation du poids des bouches à feu.

Nous avons déterminé la charge en fonctions du poids du projectile, il est naturel d'adopter la même unité pour fixer celui des bouches à feu : cet usage est suivi depuis l'établissement des systèmes complets d'artillerie.

Scharnhorst évalue le poids des bouches à feu longues, destinées à tirer avec la charge de $\frac{2}{8}$, à 135 fois le poids du projectile; celui des bouches à feu de même espèce tirant à la charge de $\frac{3}{8}$ à 190 projectiles; et à $\frac{250}{8}$ le poids des bouches à feu dont la charge s'élève à $\frac{4}{8}$. Les poids des bouches à feu courtes sont respectivement de 100, 150 et 200 projectiles dans les mêmes circonstances.

Ces proportions sont encore, à fort peu près, en usage actuellement.

Si le rapport est trop grand, la bouche à feu est d'un difficile maniement; elle ne résiste pas au tir, et fatigue beaucoup son affût s'il est trop petit. La fatigue de l'affût croît, en effet, avec la légèreté de la bouche à feu, car la quantité de mouvement imprimée par la poudre restant constante pour une même charge et un même projectile, une diminution de la masse produit une augmentation de la vitesse et par suite de l'intensité du choc.

Le plus ou moins de mobilité nécessaire au service particulier de la bouche à feu limite ordinairement son poids maximum; par suite, dans l'intérêt de la conservation de l'affût, une diminution de la charge devra correspondre à une diminution du poids de la bouche à feu.

Épaisseur des parois de la bouche à feu et répartition du métal. — La détermination analytique des épaisseurs de la paroi de l'âme est impossible d'une manière rigoureuse. Il faudrait, avant toute chose, connaître exactement la force de la poudre et savoir si les gaz agissent par choc ou par pression.

Pour calculer l'épaisseur des parois de telle sorte que le

métal ne soit jamais soumis à une tension capable de le rompre ou de l'étendre, on devrait s'appuyer sur les lois du mouvement du projectile dans l'âme, et évaluer la pression des gaz sur la paroi aux différents points de sa longueur. Mais on ne peut arriver à la connaissance de ces lois, si on ne sait, au préalable, calculer exactement la densité des gaz à chaque instant et si l'on ignore la loi de décroissance de leurs tensions à mesure que le projectile chemine dans l'âme. Supposons toutes ces questions résolues, il faudrait encore tenir compte de l'état de l'âme, de la grandeur du vent, de la position de la lumière, de son évasement plus ou moins considérable et de l'échauffement du métal : circonstances qui modifient toute la loi de décroissance des tensions. Or ces éléments de la question sont inconnus; et l'on ignore même la quantité de poudre comburée à chaque instant, quantité variable avec la qualité de la poudre, son dosage, son degré de siccité, la grosseur de ses grains, etc., etc.

Des savants, d'une réputation bien méritée, prétendent avoir résolu la question par le calcul. Il n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage d'étudier leurs théories, dans lesquelles nous admirons plutôt une remarquable application des sciences mathématiques qu'une utilité réelle. Les épaisseurs des parois calculées d'après leurs formules diffèrent beaucoup de celles qui sont usitées et consacrées par l'expérience de plusieurs siècles.

Dans cette circonstance, comme dans la plupart des questions d'artillerie, c'est d'une juste appréciation de faits constatés par l'expérience, d'une sage comparaison des bouches à feu existantes et présentant toute garantie de résistance, qu'il faut rechercher, par analogie, une bonne solution de la question.

La vraie science de l'artillerie réside dans la connaissance des faits : les théories abstraites ne peuvent y suppléer, mais lui fournissent quelquefois d'utiles renseignements. Il n'y a

pas de progrès notable auquel on soit parvenu d'une manière directe; c'est ordinairement par des perfectionnements et des améliorations successives que l'on est arrivé à des modifications heureuses. D'ailleurs, n'est-il pas très-naturel de prendre pour point de départ le matériel existant, dont les qualités et les défauts ont été mis en évidence par une longue pratique, de lui apporter des changements judicieux, et de les soumettre à la sanction de l'expérience avant de décréter leur adoption définitive? Pourquoi donc chercher, par des calculs très-abstraits, que l'on sait d'avance être d'une exactitude plus ou moins sujette à caution, des dimensions qui peuvent, sans inconvénient, varier entre des limites assez étendues?

Toutes choses égales d'ailleurs, la résistance des parois d'une bouche à feu doit augmenter avec le calibre : c'est là un fait d'expérience; et tous les jours on a occasion de constater que les bouches à feu de petit calibre peuvent tirer un très-grand nombre de coups avant d'être mises hors de service, tandis que les bouches à feu de gros calibre, proportionnellement aussi épaisses de paroi, sont beaucoup plus promptement dégradées : elles emploient cependant une charge dans le même rapport de poids avec leur projectile.

Pour cette raison, Lamartillière avait proposé de donner plus de dureté au métal des bouches à feu, en augmentant, suivant le calibre, la proportion de l'étain dans l'alliage.

L'épaisseur des parois doit naturellement augmenter avec le poids de la charge, et en raison de la diminution de ténacité du métal de la bouche à feu. Quand la capacité dans laquelle les gaz ont leur plus forte tension est plus rétrécie, l'épaisseur doit également être plus considérable.

Selon Muller, une trop grande épaisseur des parois est nuisible à la conservation des bouches à feu, parce qu'elles s'échauffent davantage et se refroidissent plus lentement.

Au reste, le calibre, la longueur et le poids de la bouche à feu étant déterminés, en ayant particulièrement égard à des

considérations de service, l'épaisseur moyenne des parois en découle.

La répartition du métal, ou l'épaisseur des parois aux différents points de la longueur de la bouche à feu, n'est pas indifférente.

La pression des gaz s'exerçant également en tous sens, l'épaisseur de la paroi, dans chaque région de l'âme, doit être la même sur tout son pourtour. Du fond de l'âme à l'emplacement du projectile, l'épaisseur des parois sera un maximum; car les gaz s'enflamment et acquièrent leur plus forte tension dans cet espace : du moins les pièces en fonte éclatent ordinairement un peu en avant de l'emplacement de la charge, à l'endroit où le projectile commence à se mettre en mouvement. La détermination de l'épaisseur au pourtour de la charge s'établit par comparaison avec les bouches à feu dont la résistance est suffisante, et, s'il est possible, avec une bouche à feu trop faible.

On sait par expérience que les pièces en bronze exigent, à l'emplacement de la charge, une épaisseur de $\frac{22}{24}$ à un calibre, pour résister à une charge de moitié poids du projectile; pour la charge de $\frac{1}{3}$, l'épaisseur peut descendre de $\frac{22}{24}$ à $\frac{20}{24}$; et pour la charge de $\frac{1}{4}$ une épaisseur de $\frac{18}{24}$ à $\frac{20}{24}$ est suffisante. Les bouches à feu en fonte doivent avoir, au pourtour, une épaisseur d'un calibre au moins pour résister à la charge du tiers.

Au delà, depuis l'emplacement du projectile jusque vers le milieu de la bouche à feu, les parois n'ont plus à résister à une aussi forte pression, les gaz répandus dans un plus grand espace ayant perdu de leur densité. Néanmoins, dans cette région, l'épaisseur de la paroi doit résister non-seulement à la tension des gaz, mais au choc des projectiles.

A partir du milieu, l'épaisseur peut diminuer rapidement, au point d'être réduite à un demi-calibre environ à l'extrémité. Dans cette partie de la bouche à feu, l'épaisseur de la paroi

est principalement destinée à offrir une résistance suffisante aux chocs plus ou moins violents du projectile : elle sera donc plus considérable aux bouches à feu d'un métal mon, dans lesquelles les chocs du projectile sont plus intenses et plus nombreux. Pour le même motif, la paroi de l'âme devra être soutenue à la bouche par un renflement du métal, si l'on veut éviter une prompte déformation. Ce renflement sert, en outre, à diminuer les vibrations, et, comme nous le verrons, il satisfait aux exigences du pointage.

A la partie postérieure de l'âme, le métal doit être d'une épaisseur au moins égale à celle du pourtour de la charge.

Les épaisseurs adoptées par Gribeauval sont encore en usage aujourd'hui; elles paraissent avoir été déterminées assez convenablement.

Si, antérieurement aux tourillons, la bouche à feu devait avoir une longueur déterminée par des considérations de service, l'épaisseur du métal au pourtour de la charge pourrait être plus ou moins modifiée, pour conserver un *sur-poids* ou une *prépondérance* à la partie postérieure de la bouche à feu.

Les tourillons donnent à la pièce deux points d'appui sur son affût; un troisième point d'appui est donc nécessaire à la stabilité. Les bouches à feu dont le tir s'exécute habituellement sous de petits angles de projection posent sur l'affût par leur extrémité postérieure; les autres dont le tir est très-élevé reposent par leur partie antérieure, afin de diminuer la hauteur de l'affût. Dans les deux espèces de bouches à feu, ce troisième point d'appui est disposé de manière à pouvoir être relevé ou abaissé à volonté; de sorte que les tourillons étant de forme cylindrique, la pièce pivote autour de leur ligne d'appui sur l'affût, et peut prendre, relativement à l'horizon, différentes inclinaisons. Par suite, aux bouches à feu de la première catégorie le poids de la partie postérieure aux tourillons doit être prépondérant sur celui de la partie antérieure; et dans celles de la seconde, ce doit être le contraire.

Si l'on avait placé l'axe des tourillons exactement à la hauteur du centre de gravité de la bouche à feu, il eût fallu, pour disposer son axe dans une direction donnée, la maintenir supérieurement et inférieurement; d'autre part, la bouche à feu étant en équilibre autour de ses tourillons, le moindre cahot l'eût fait osciller et choquer son affût.

La quantité de mouvement imprimée à la bouche à feu par le gaz de la poudre est entièrement dépensée sur l'affût; par suite, les points d'appui de la bouche à feu sont fortement pressés et reçoivent dans toute leur intensité les efforts résultant de la réaction des surfaces en contact. Si les tourillons ne sont pas assez résistants pour supporter cette fatigue, ils doivent nécessairement se rompre, ou tout au moins ils fléchiront; par conséquent, lorsqu'on fait le projet d'une bouche à feu nouvelle, il faut déterminer la grandeur du rayon des tourillons.

On procédera encore par analogie.

Donnons cependant la solution analytique de Poisson, en observant toutefois que nous ne considérons nullement ce calcul comme rigoureux : si nous le reproduisons, c'est pour en déduire certains renseignements, vérifiés par expérience, sur l'emplacement des tourillons et sur la prépondérance des bouches à feu.

Dans les bouches à feu à prépondérance postérieure, l'axe des tourillons ne peut être situé au-dessus de l'axe de l'âme; il ne doit jamais être au-dessous dans les bouches à feu à prépondérance antérieure. De cette manière, l'action des gaz sur le fond de l'âme ne contre-balancera jamais l'effet de la prépondérance, et n'imprimera pas à la bouche à feu un mouvement de rotation autour de ses tourillons : s'il en était autrement, la partie antérieure de la bouche à feu, libre de s'abaisser dans le premier cas, et de s'élever dans le second, pourrait faire sortir les tourillons de leur logement et séparer ainsi la pièce de son affût. Cela posé, abordons la question; il s'agit d'évaluer l'intensité des forces dépensées sur les tourillons.

Désignons par φ , l'angle formé par l'axe de la bouche à feu et une parallèle au sol; par p , la distance de l'axe des tourillons à l'axe de l'âme; par p' , la distance à l'axe des tourillons d'une parallèle au sol menée par le centre de gravité de la bouche à feu; par m , la masse de la pièce, et par V , la vitesse que lui communiquerait l'action du tir, si elle était libre de se mouvoir; par V_r , la vitesse de recul, parallèlement au sol, imprimée réellement à tout le système; par U , la réaction, inclinée de l'angle θ sur la normale au sol, du troisième point d'appui de la bouche à feu sur son affût; par l , la perpendiculaire abaissée de l'axe des tourillons sur la direction de cette dernière force. En désignant par T la composante parallèle au sol de la réaction des encastrements, agissant pour fléchir les tourillons en avant. La composante normale au sol les soulève et les comprime contre les sus-bandes; celles-ci réagissent avec une intensité désignée par S , pour les fléchir vers le bas. Afin de simplifier le calcul, nous négligerons les pressions résultant du poids de la bouche à feu, dont l'intensité est faible relativement aux effets du tir. Nous supposerons toutes ces forces ramenées parallèlement à leur direction, dans le plan de symétrie de la bouche à feu.

En vertu du principe de la conservation du mouvement du centre de gravité, la somme des quantités de mouvement des forces parallèles au sol, celle des forces normales et la somme des moments qui tendent à faire tourner le système, doivent être nulles. Décomposant les forces parallèlement et normalement au sol, prenons comme positives les forces dirigées dans le sens du recul et de bas en haut; donnons le même signe aux moments agissant pour faire tourner la bouche à feu en rapprochant sa partie postérieure du sol. Nous pouvons poser trois équations d'équilibre et en déduire directement :

$$\begin{aligned} T &= m(V \cos \varphi - V_r) + U \sin \theta \\ S &= U \cos \theta - m V \sin \varphi; \end{aligned}$$

et enfin

$$U = \frac{m}{l} (Vp - V, p'),$$

$m V$, étant la réaction due à l'inertie de la bouche à feu : dans la troisième équation, nous avons négligé les moments de T et S , à cause de la petitesse de leur bras de levier.

La quantité de mouvement $m V$ de la bouche à feu peut être déterminée par expérience dans chaque cas particulier. Suivant le colonel Piobert, elle est égale à la quantité de mouvement du projectile, multipliée par le rapport du diamètre de l'âme à celui du projectile, pour ne pas négliger la perte de gaz par le vent ; augmentée de la quantité de mouvement des gaz provenant de la charge de poudre, dont le centre de gravité se meut avec une vitesse égale à la moitié de celle du projectile ; cette somme augmentée de la même charge multipliée par 420 mètres, afin de tenir compte de la réaction de la masse gazeuse sur la bouche à feu, quand le projectile l'a quittée. Malgré les nombreuses hypothèses nécessaires, telles que : parallélisme des filets de la masse gazeuse, pression normale à l'axe, combustion instantanée de la poudre, égale densité des gaz, etc., etc., pour arriver à cette formule, elle semble assez exacte.

La force S , réaction de haut en bas des sus-bandes, a une grande intensité aux bouches dont le tir s'exécute à forte charge, sous des angles peu ouverts et dont le recul est très-étendu ; dans ces bouches à feu, les tourillons sont donc exposés à sortir de leur logement : c'est pourquoi leurs affûts doivent porter des sus-bandes.

Par suite, les tourillons de ces bouches à feu supportent, outre la pression T , l'effort provenant de la réaction des sus-bandes ou la pression S . Connaissant les efforts supportés par les tourillons et la résistance à la rupture du métal de la bouche à feu, on peut arriver à déterminer approximative-

ment le rayon des tourillons, sachant que la résistance à la rupture d'un cylindre est en raison du cube de son diamètre.

Les expressions T et S enseignent que : 1° la solidité des tourillons doit augmenter en raison inverse de l'étendue du recul de tout le système, et en raison directe de l'ouverture de l'angle de tir habituel de la bouche à feu; car dans le tir sous de grands angles, les gaz doivent vaincre, outre l'inertie et le frottement du projectile, son poids multiplié par le sinus de l'angle de projection; 2° pour soulager les tourillons des bouches à feu à sus-bandes, il faut diminuer la pression du troisième point d'appui de la bouche à feu; 3° on diminue le recul de l'affût, et par suite on augmente sa fatigue, en abaissant les tourillons; 4° les bouches à feu légères tirant à forte charge des projectiles d'un grand poids exigent des tourillons capables d'une grande résistance dans le sens de l'axe de la bouche à feu.

Pour donner plus de solidité aux tourillons, sans trop augmenter leur rayon, on les réunit à la pièce par des *embases*. Les embases consolident les tourillons au point où la force qui tend à les fléchir agit avec son plus grand bras de levier, et ils corrigent le défaut de solidité des bouches à feu dans cette partie, à cause des crevasses et des fissures occasionnées ordinairement, à la coulée, par les angles saillants du moule.

La position de l'axe des tourillons relativement à l'axe des bouches à feu a une très-grande influence. Nous voyons, par l'expression de la force U , que dans les bouches à feu courtes il faut compenser le peu de longueur de l par une diminution de p : ou, en d'autres termes, il faut dans ces bouches à feu exhausser les tourillons en les rapprochant de l'axe de la pièce. On reconnaît encore que, pour soulager l'affût, il faut reporter le troisième point d'appui le plus loin possible des tourillons : aussi le prend-on toujours à l'extrémité de la pièce.

Les bouches à feu longues exigent une forte prépondérance de la partie postérieure, pour s'opposer à l'abaissement de leur extrémité antérieure par les chocs du projectile contre la paroi de l'âme. Quand une bouche à feu s'abaisse de sa partie antérieure, on dit qu'elle *saigne du nez*. Les bouches à feu légères pourront avoir une forte prépondérance, limitée par la nécessité de ne pas donner trop de poids à la partie postérieure, afin de ne point nuire à la promptitude du pointage.

Si les bouches à feu dont la partie antérieure repose sur l'affût n'avaient pas de prépondérance, la réaction des gaz qui s'échappent par la lumière produirait l'abaissement de la partie postérieure et relèverait son extrémité antérieure.

La partie postérieure des autres bouches à feu doit nécessairement être prépondérante, sinon la réaction du troisième point d'appui sur l'affût la ferait rebondir.

Ainsi, dans toutes les bouches à feu, la prépondérance et le frottement des tourillons dans leurs encastres de l'affût, s'opposent à la rotation de la bouche à feu autour de ses tourillons.

Forme intérieure de la bouche à feu. — L'intérieur d'une bouche à feu se divise en trois parties : un emplacement pour la charge, un tube pour recevoir et conduire le projectile, et une lumière.

Lorsque la charge est trop faible relativement au poids du projectile, il faut la renfermer dans un rétrécissement de l'âme auquel on donne le nom de *chambre*. Les gaz agissent alors sur une plus petite portion de la surface du projectile, dont la grande inertie permet à la poudre d'achever sa combustion avant qu'il se déplace.

Dans les bouches à feu courtes, les chambres ont beaucoup d'influence; elles sont même souvent indispensables.

Les chambres présentent des inconvénients dans les bouches à feu longues, dont la charge a au moins un calibre de longueur.

La capacité de la chambre doit être un minimum pour éviter une trop grande déperdition du calorique : elle sera calculée sur la plus forte charge, estimant la densité de la poudre tassée approximativement égale à celle de l'eau. Les plus petites chambres donnent les plus grandes portées.

La forme de la chambre n'est pas indifférente ; nous examinerons cette question dans le chapitre suivant. Une diminution de l'entrée de la chambre concentre mieux et rend plus énergique l'action des gaz sur le projectile.

Dans les bouches à feu dont la charge est renfermée dans un sachet, les chambres cylindriques sont les seules convenables, car les sachets d'une autre forme sont difficiles à confectionner et ne peuvent se conserver intacts pendant le transport.

Le meilleur système de raccordement de la chambre et de l'âme doit être de forme tronc-conique ; de cette manière, la force impulsive est dirigée par le centre de figure du projectile.

Le fond de l'âme sera arrondi, pour n'être pas trop exposé à se détacher par l'action des gaz. Si le fond de l'âme était terminé par un plan, l'arête vive d'intersection, appartenant à la fois au fond et au pourtour de la charge, participerait à la dilatation de ces deux surfaces ; ses molécules seraient fort exposées à s'écarter au delà des limites de la ténacité du métal et il y aurait grande chance de rupture au fond de l'âme. La surface du fond doit être un minimum, afin d'épargner l'affût.

Le tube dans lequel on renferme le projectile doit être cylindrique : le cylindre est en effet la seule surface enveloppante d'un projectile sphérique dans ses positions successives quand il se meut en ligne droite. Si l'axe du cylindre n'était parfaitement rectiligne, le projectile le choquerait violemment à l'origine de son mouvement.

Il faut donner à la lumière les plus faibles dimensions possibles, afin de diminuer la perte des gaz et ralentir ses dégra-

dations, dont les progrès sont d'autant plus rapides que le courant gazeux a une plus grande section.

L'effet des petites charges serait très-sensiblement modifié si le diamètre de la lumière n'était pas un minimum.

Les dimensions de la partie supérieure de la lumière doivent être calculées pour y loger l'artifice employé à la communication du feu ; la partie inférieure de la lumière sera suffisamment large pour permettre le passage d'un dégorgeoir de force convenable.

Il est parfaitement établi qu'on prolonge la durée des bouches à feu et de leurs affûts en faisant aboutir l'orifice intérieur de la lumière à la partie supérieure de la charge et vers son extrémité postérieure ; par cette disposition on obtient aussi un tir plus exact : la lumière étant située dans le plan de symétrie de la bouche à feu, elle ne sollicite pas le projectile à dévier d'un côté plutôt que de l'autre. Si l'on communique le feu en tout autre point de la charge, il se développe avant le déplacement du projectile une plus grande quantité de gaz, dont l'action s'exerce particulièrement sur le fond de l'âme et par suite sur l'affût ; une plus grande quantité de gaz, d'une densité plus considérable, s'échappe également au-dessus du projectile, le comprime plus fortement contre la paroi inférieure et augmente le refoulement du métal.

La lumière des bouches à feu dont la charge est enfermée dans un sachet ne peut aboutir au fond de l'âme ; car si la partie postérieure du sachet n'était pas expulsée, elle produirait des accidents ou occasionnerait le raté du coup suivant. Cette disposition de la lumière pourrait encore causer des ratés, si la charge n'était pas poussée exactement à fond. La lumière résiste mieux à l'action des gaz, quand elle aboutit normalement à la surface intérieure de l'âme : on évite, de cette manière, les angles saillants dont la dégradation est très-rapide. Ainsi, aux pièces à fond hémisphérique, l'axe de la lumière sera incliné et dirigé vers le centre de l'arrondissement :

il convient de ne pas dépasser l'inclinaison de 45° pour écarter les chances de rupture.

La position de la lumière a peu d'influence sur l'effet utile de la charge ; dans les bouches à feu de gros calibre tirant à faible charge , le projectile ne se déplaçant jamais avant l'entière combustion de la poudre, on peut en inférer que, pour toutes les positions de la lumière, la tension finale des gaz sera la même.

Principes de construction des affûts.

La longueur et la largeur de l'affût varient avec les dimensions de la bouche à feu ; l'écartement des flasques sera réglé sur l'écartement des plans limites des embases : par suite, celles-ci contribuent non-seulement à augmenter la force des tourillons , mais elles servent à empêcher les mouvements latéraux de la bouche à feu sur son affût.

La solidité de l'affût dépend de son mode de construction et de la résistance de ses parties constituantes ; on la réglera sur le travail partiel le plus intense de la bouche à feu.

Malheureusement on manque de données certaines sur le mode d'action de la bouche à feu contre son affût ; on ignore si elle agit par pression ou par choc, et on ne connaît pas exactement la loi de compressibilité des matériaux de construction. Si la théorie a résolu quelques questions relatives aux solides isolés, elle ne donne que de vagues notions sur la résistance d'un système composé de solides de natures différentes. L'évaluation des dimensions des différentes parties de l'affût est donc impossible *à priori* ; néanmoins, laissant de côté cette partie de la question, que l'expérience seule peut résoudre, recherchons les dispositions utiles à la solidité de l'affût.

La bouche à feu est sollicitée à se séparer de son affût ; celui-ci tend à se renverser, à se briser même, ou, tout au

moins, ses assemblages sont exposés à se disjoindre sous l'action de la quantité de mouvement imprimée à la bouche à feu par le tir et dépensée en totalité sur l'affût. Évaluons donc l'intensité des pressions supportées par l'affût, afin d'examiner si, par certaines dispositions particulières, nous ne parviendrons pas à les atténuer. Il nous importe de connaître l'action exercée par la bouche à feu en ses points de contact avec l'affût, celle supportée par le sol aux points d'appui du système et qui lui est restituée en vertu du principe de la réaction égale et contraire à l'action.

La solution analytique de cette question nous oblige de faire certaines suppositions très-éloignées de la vérité. Aux hypothèses posées plus haut, pour l'évaluation de la force des tourillons, nous ajouterons les suivantes : la bouche à feu agit par pression sur son affût, le terrain sur lequel il repose est dur et dénué d'élasticité, enfin l'affût est rigide et non élastique.

Pour plus de généralité, considérons un affût établi sur un plan incliné de l'angle ψ à l'horizon : l'angle $(\varphi + \psi)$ exprimera l'inclinaison de l'axe de la pièce relativement au sol, quand l'affût est disposé sur un terrain incliné dans la direction du tir ; $(\varphi - \psi)$ correspondra à un terrain incliné de l'avant à l'arrière de la bouche à feu. Conservons les notations adoptées plus haut, et désignons par M la masse du système entier, pièce et affût ; soient : c la distance du centre de gravité de la masse totale à l'axe de la bouche à feu, et h sa hauteur au-dessus du sol ; b la distance du point d'appui des roues sur le sol à la normale passant par le centre de gravité du système, et a celle du point d'appui de la crosse à cette même normale ; C la pression restituée par le sol sur la crosse et dirigée de bas en haut, et R celle supportée par les roues en leurs points d'appui sur le sol ; et f le rapport du frottement des roues ou de la crosse sur le sol à leur pression. Les quantités a , b , c et h sont nommées *lignes du tracé de l'affût*. Admettons encore que la résultante des résistances opposées par les roues au

mouvement de recul soit dirigée dans le plan de symétrie de l'affût, et que l'axe de la bouche à feu soit situé dans le même plan; rappelons-nous les valeurs déjà trouvées pour les efforts supportés par les tourillons, c'est-à-dire la composante, parallèle au sol, de la réaction des encastrements contre les tourillons,

$$T = m \{ V \cos(\varphi + \psi) - V_1 \} + U \sin \theta;$$

la réaction, normale au sol, des sus-bandes contre les tourillons,

$$S = U \cos \theta - m V \sin(\varphi + \psi),$$

et la réaction du troisième point d'appui de la bouche à feu sur l'affût,

$$U = \frac{m}{l} (Vp - V_1 p').$$

La condition d'équilibre du système entier veut que la somme des composantes normales au sol des forces agissant directement sur l'affût, celle de leurs composantes parallèles au sol, et la somme des moments des forces qui tendent à lui imprimer un mouvement de rotation, soient nulles.

De ces trois équations d'équilibre, on déduit la vitesse de recul du système,

$$V_1 = \frac{m}{M} V \left\{ \cos(\varphi + \psi) - f \sin(\varphi + \psi) \right\};$$

les pressions des roues,

$$R = m V \frac{(a - fh) \sin(\varphi + \psi) - c}{a + b},$$

et la pression de la crosse,

$$C = m V \frac{(b + fh) \sin(\varphi + \psi) + c}{a + b}.$$

En y joignant les composantes normales et parallèles au sol des

efforts supportés par les encastrements, ou la composante horizontale

$$m \{ V \cos (\varphi \mp \psi) - V_1 \} + U \sin \theta,$$

la composante verticale, égale à la réaction des sus-bandes prises en signe contraire, ou $mV \sin (\varphi + \psi) - U \cos \theta$, et la réaction de la vis de pointage $U = \frac{m}{l} (Vp - V_1 p')$, nous aurons

l'ensemble des forces dépensées sur l'affût pour le détraquer.

Étudions actuellement ces formules, afin de reconnaître de quelle manière on arrivera à atténuer l'intensité des pressions et à soulager l'affût.

À la seule inspection de ces formules, nous remarquons qu'elles sont toutes fonctions de la vitesse communiquée à la bouche à feu par l'effet de l'explosion de la charge; elles nous apprennent, en outre, que les affûts destinés à porter des bouches à feu légères et tirant à forte charge de gros projectiles fatiguent beaucoup; que la somme des pressions $C + R = m V \sin (\varphi \mp \psi)$ de leurs points d'appui sur le sol est peu considérable, les angles φ et ψ étant généralement assez petits; mais qu'il n'en est pas de même de la pression supportée par la vis de pointage. Celle-ci est généralement très-forte, et, agissant sur une partie faible de l'affût, elle en détermine souvent la fracture: c'est assez dire qu'on s'attachera particulièrement à diminuer la fatigue de la vis de pointage. Or, d'après les mêmes formules, la vis de pointage a moins d'effort à supporter quand le système a un recul étendu, quand la vis de pointage est très-éloignée du centre de gravité du système, et quand les tourillons sont rapprochés de l'axe de la bouche à feu, sans jamais être situés au-dessus, sinon la partie postérieure de la bouche à feu serait soulevée et retomberait ensuite sur la vis de pointage.

Remarquons encore que, pour soulager les encastrements des tourillons, il faut faciliter le recul et donner à la vis de pointage une direction normale au sol: dans cette position, la force $U \sin \theta$,

dont l'action tend à fléchir la vis, est nulle, sin θ étant égale à zéro. Si les tourillons n'ont pas de jeu dans leurs encastrement, cette force ne pourra se développer quelle que soit la direction de la vis. En donnant aux roues la plus grande légèreté possible, sans compromettre leur solidité, leur inertie ne fatiguera pas trop les flasques et l'essieu. Les sus-bandes ne seront pas exposées à être arrachées si, diminuant la pression de la vis de pointage, on évite la tendance au soulèvement des tourillons produite par l'élasticité de la pièce support de la vis : les sus-bandes ont donc peu à souffrir dans les bouches à feu dont l'axe des tourillons est situé à hauteur de l'axe de la pièce.

La solidité des points d'appui de l'affût sur le sol et celle de l'essieu devront augmenter avec l'ouverture de l'angle de tir habituel de la bouche à feu ; souvent, faute d'avoir égard à cette observation, des pièces légères brisent leur essieu quand on les tire sous un grand angle.

La pression des roues, et surtout celle de la crosse, augmentent quand l'affût est placé sur un plan incliné en contre-pente ; et l'on diminue la fatigue des points d'appui en donnant une grande longueur à l'affût.

Nous avons supposé le cas le plus simple ; or la question est ordinairement beaucoup plus complexe. Ainsi, nous avons admis comme positive la pression des roues sur le sol ; si le contraire avait lieu, loin d'être comprimées les roues seraient soulevées de terre et communiqueraient dans les premiers instants un mouvement ascensionnel à la partie antérieure de l'affût, qui exécuterait alors une rotation autour du point d'appui de sa crosse. Cette force de soulèvement est quelquefois assez intense pour renverser l'affût ; ou bien, après avoir été soulevé à une certaine hauteur, il retombe sur le sol, et dès ce moment les roues ne supportent plus une simple pression mais elles doivent résister à un véritable choc.

Le soulèvement de l'affût peut encore se compliquer d'une

rotation de la bouche à feu autour de ses tourillons : car, contrairement à l'hypothèse admise en principe, les parties constituantes de l'affût sont douées d'élasticité, et la pièce support de la vis de pointage, restituant une partie de la pression qu'elle éprouve, fait, aussitôt après l'explosion, rebondir la partie postérieure de la bouche à feu, qui bientôt retombe sur la vis.

La prépondérance et le frottement des tourillons dans leurs encastremens tendent, à la vérité, à diminuer l'étendue de ce soulèvement; mais, d'un autre côté, l'échappement des gaz par la lumière augmente la pression sur la vis de pointage, et par suite l'intensité de sa réaction. Un relèvement des tourillons diminue également le soulèvement de la partie postérieure. Le frottement des tourillons augmente et la pièce a plus de peine à se soulever, quand les rayons des encastremens et des tourillons s'approchent davantage de l'égalité.

Enfin la crosse de l'affût peut être soulevée après le choc des roues sur le sol.

On conçoit sinon l'impossibilité, du moins la difficulté de traiter analytiquement la question dans sa généralité, et dans tous les cas on ne pourrait guère tirer d'utiles renseignements des formules très-complicées auxquelles on parviendrait. Le poids du système jouant un rôle important lors du soulèvement en le contre-balançant, on ne pourrait plus le négliger.

On peut aussi calculer avec plus ou moins d'exactitude la hauteur à laquelle s'élève le centre de gravité et celle qu'il devrait atteindre pour produire le renversement du système.

Sans évaluer les forces développées dans le cas du soulèvement de l'affût, il est facile de voir que leur intensité est en général plus considérable. En effet, la composante normale au sol de la quantité d'action due à la rotation autour des crosses figurerait dans les équations d'équilibre et s'ajouterait à la pression C des crosses; et si, en même temps, la culasse était soulevée, elle donnerait naissance à une nouvelle composante

normale au sol, qui augmenterait encore la pression des crosses. L'accroissement de cette pression produirait un frottement plus considérable sur le sol, diminuerait l'étendue du recul et augmenterait, par suite, la pression de la vis de pointage. Si certaines parties de l'affût fatiguent davantage quand il est soulevé, par compensation les encastrements des tourillons éprouvent un soulagement. L'affût souffrira d'autant plus des percussions produites par le soulèvement que sa vitesse angulaire de rotation sera plus grande : ceci ne demande pas de développement.

Le meilleur moyen de soustraire l'affût à ces percussions nuisibles consiste à empêcher le soulèvement. Or, il ne peut y avoir soulèvement des roues, si R reste positif, c'est-à-dire si

$$\frac{c}{a-fh} < \sin(\varphi + \psi) : \text{il faut donc s'attacher à rendre } \frac{c}{a-fh}$$

le plus petit possible, et $\sin(\varphi + \psi)$ un maximum. Ainsi, pour écarter les chances de soulèvement et soulager l'affût, il faut éloigner des roues le point d'appui de la crosse, abaisser le centre de gravité de l'affût, et disposer le système sur un plan très-uni. Dans le tir sous de grands angles, et quand l'affût est placé sur un plan incliné en contre-pente, le soulèvement est peu probable.

Un petit angle de tir ou un pointage sous l'horizon produit une grande tendance au soulèvement, et il aurait certainement lieu si, en outre, l'affût était placé sur une pente montante : car alors $\sin(-\varphi - \psi)$ serait très-petit. Dans cette dernière circonstance, l'affût pourrait même se briser en retombant.

Il existe donc pour chaque bouche à feu un certain angle limité plus ou moins ouvert, au-dessous duquel l'affût se soulève indubitablement. On donne le nom d'*angle de soulèvement* à l'angle compris entre l'axe de la bouche à feu, quand elle est pointée sous l'élévation φ , tirée de l'égalité $\sin(\varphi + \psi) = \frac{c}{a-fh}$ (correspondante à $R=0$, c'est-à-dire aux circonstances où le

soulèvement est imminent) et la position de ce même axe, quand la pièce est pointée, sous le plus grand angle de dépression que permet l'affût. Toutes choses égales, le meilleur affût est celui dont l'angle de soulèvement est un minimum : il permet de tirer sous de petits angles, sans occasionner le soulèvement des roues.

L'égalité précédente, dont nous avons tiré l'angle initial de soulèvement, montre que cet angle diminue avec la hauteur de l'affût et avec la longueur de sa partie postérieure.

L'*angle de recul* d'un affût, c'est-à-dire l'inclinaison par rapport au sol de la droite de jonction de l'axe des tourillons au point d'appui de la crosse, indique aussi, mais avec moins d'exactitude, le degré de propension au soulèvement : car l'ouverture de cet angle est intimement liée à la hauteur et à la longueur de l'affût.

Il ressort encore de cette discussion trois principes évidents *à priori* : 1° Pour soulager l'affût, il faut faciliter son recul; c'est-à-dire, on doit autant que possible alléger l'affût; un affût léger monté d'une bouche à feu lourde supporte moins de fatigue, par la double raison que la vitesse de la bouche à feu est plus faible, et qu'en reculant davantage, loin de lui résister, tout le système cède à son action : la démonstration directe de ce principe est des plus simples. 2° L'intensité du recul varie en raison inverse de l'ouverture de l'angle de tir et du frottement de l'affût sur le sol. 3° Enfin on s'opposera au détraquement de l'affût, en disposant l'axe de la bouche à feu dans son plan de symétrie.

Résumons maintenant quelques règles de construction des bouches à feu et des affûts. Ces dernières sont déduites d'une théorie fort incomplète, et inexacte d'ailleurs, à cause des nombreuses hypothèses inadmissibles que nous avons été obligé de faire pour simplifier la question; toutefois, ces principes étant à peu près sanctionnés par l'expérience, il sera bon de ne pas les perdre de vue quand on construira un affût.

Un gros calibre et une forte charge sont indispensables pour produire, à grande distance, des effets considérables.

Les bouches à feu courtes tirant à projectiles creux ne peuvent employer de très-fortes charges.

La charge de moitié poids du projectile est la limite supérieure, et, dans la plupart des cas, celle du tiers sera suffisante.

La bouche à feu doit être aussi longue que le permettent les exigences du service; sa longueur croîtra, en général, à mesure que le poids du projectile diminuera, et décroîtra quand ce poids sera plus considérable, quand les chocs du projectile contre la paroi seront plus énergiques et l'angle habituel du tir plus ouvert.

Le poids de la bouche à feu éprouve des variations inverses à celles de son projectile et de sa charge.

On proportionnera l'épaisseur des parois au poids du projectile et de la charge; elle augmentera en raison de la diminution de la ténacité et de la dureté du métal.

Le maximum d'épaisseur de la paroi régnera jusqu'en avant du pourtour de la charge, et à l'extrémité de la bouche à feu la paroi sera soutenue par un renflement du métal.

On donnera aux bouches à feu une prépondérance d'autant plus forte qu'elles seront plus légères.

Lorsque la bouche à feu recule peu, quand elle est légère, et tire habituellement sous un grand angle, avec de fortes charges et un projectile très-lourd, les tourillons présenteront la plus grande solidité; ils seront plus relevés aux bouches à feu courtes qu'aux longues.

La charge des bouches à feu courtes, de gros calibre et tirant à faible charge sera renfermée dans une chambre.

On doit faire aboutir la lumière normalement à la surface intérieure de la bouche à feu, et son diamètre doit être le plus petit possible.

Les affûts destinés à porter des bouches à feu dont les tourillons sont abaissés, ou dont le tir s'exécute habituellement

sous un petit angle et à forte charge, exigent des sus-bandes.

On limitera à 2 ou 3 millimètres le jeu des embases de la bouche à feu entre les flasques de l'affût.

L'affût doit être très-résistant quand sa bouche à feu est de fort calibre et tire habituellement sous de grands angles.

Les bouches à feu de faible calibre exigent des affûts comparativement plus solides et par suite plus lourds. Ce principe est parfaitement établi par expérience.

L'affût doit présenter sa plus grande résistance dans la direction de l'encastrement des tourillons aux crosses; car l'effort qui tend à le briser est dirigé dans le même sens.

L'affût sera d'autant moins tourmenté que le poids de sa bouche à feu sera plus considérable.

Il faut, sans toutefois compromettre sa solidité, diminuer le plus possible le poids de l'affût : en général, il ne doit jamais dépasser celui de sa bouche à feu.

On placera la vis de pointage à la plus grande distance possible des tourillons, et son axe s'approchera de la direction normale au sol dans les circonstances les plus ordinaires du tir.

Les tourillons doivent avoir le moins de jeu possible dans leurs encastrements.

Il convient d'alléger les roues, sans cependant les priver de solidité; de donner postérieurement à l'affût une grande longueur, en éloignant les tourillons du point d'appui des crosses; d'abaisser le centre de gravité de l'affût et l'encastrement des tourillons.

Enfin on placera, pour le tir, l'affût sur un sol bien uni et légèrement en contre-pente, s'il est possible.

Matériaux employés à la construction des affûts.

Le choix des matériaux employés à la construction des affûts importe considérablement à leur solidité; il est donc utile de les

faire connaître. En nous occupant dès ce moment de cet objet, nous éviterons des répétitions et nous faciliterons l'intelligence des descriptions qui suivent.

Les premiers affûts étaient en bois, consolidés par des pièces de fer; l'emploi simultané du bois et du fer, présentant de grands avantages dans les constructions de l'artillerie, est arrivé jusqu'à nous.

Par son élasticité, le bois résiste aux chocs sans se déformer sensiblement; par sa légèreté, il donne peu de poids aux affûts. Sa plus grande résistance s'exerçant dans le sens de ses fibres, s'il fallait l'employer de manière à lui faire supporter des efforts perpendiculaires, il faudrait choisir de préférence le chêne ou l'orme, qui se fendent difficilement : aussi on emploie ces essences pour la confection des pièces longues soumises à de grandes fatigues; le sapin et le peuplier conviennent aux pièces dont la résistance peut, sans inconvénient, être moins considérable; le frêne est particulièrement employé pour les pièces longues qui exigent de l'élasticité.

Mais le bois présentant l'inconvénient de s'échauffer et de pourrir, puis les essences propres aux constructions devenant de plus en plus rares, il était urgent de chercher à le remplacer par le fer.

Cette idée n'est pas neuve; anciennement on avait déjà construit les affûts en fonte, et les Anglais ont fait de nombreuses expériences à ce sujet.

En 1810, un affût de marine, en fonte de fer, fut établi; cet affût s'est rompu sous l'action d'une faible charge, après avoir résisté à de très-fortes; sa résistance aux chocs des projectiles était presque nulle, et les éclats de l'affût exposaient les servants à de nombreux dangers.

En 1815, on renouvela les expériences sur l'emploi des affûts en fer forgé, et il fut constaté : que leur prix et leur poids sont inférieurs au prix de revient et au poids des affûts ordinaires; qu'on les manœuvre avec autant de facilité, mais que le choc

d'un seul projectile, tiré à ricochet, suffit pour les détruire promptement; que leurs éclats sont très-meurtriers, et qu'enfin leurs moindres réparations sont très-difficiles à exécuter.

Les expériences de Metz, en 1834, ont confirmé ces faits; il suffit qu'une seule pièce de l'affût soit frappée par un projectile pour déformer également les autres, intimement liées à celle-ci; tandis qu'une pièce de bois peut être traversée ou brisée par un projectile sans mettre l'affût hors de service.

Ainsi on ne peut utiliser les affûts en métal que lorsqu'ils sont à l'abri des coups de l'ennemi : encore il ne faut pas employer des charges supérieures au quart du poids du projectile, car les charges plus considérables peuvent briser un affût en fonte, surtout si la bouche à feu est du même métal. Il faut donc, jusqu'à nouvel ordre, conserver les anciens matériaux de construction des affûts.

Le fer forgé est très-tenace et se travaille parfaitement à chaud; il est donc spécialement propre à relier entre elles les pièces de bois, à consolider leurs assemblages, à renforcer les pièces exposées à se rompre, et à s'opposer à leur éclatement ou à leur rupture sous l'action des efforts qu'elles supportent. Certaines ferrures sont fort utiles pour empêcher la disjonction ou le jeu des assemblages; on les emploie encore à recouvrir des pièces de bois et des joints, pour les garantir de l'usure ou empêcher l'infiltration des eaux dans les assemblages. Les ferrures servent aussi à en appliquer d'autres et à fournir des points d'attache; et elles assujettissent, quelquefois à l'aide de courroies, les accessoires des affûts : dans ce dernier cas on les couvre de cuir, si un objet en bois est immédiatement en contact avec elles. Enfin, certaines pièces de l'affût sont entièrement en fer.

Toutes ces ferrures sont en fer forgé, et on les fait en fonte lorsqu'elles exigent de fortes dimensions, une grande dureté et surtout quand elles doivent résister à l'écrasement.

Il faut être très-sobre des ferrures, car elles élèvent le prix

de revient de l'affût et augmentent son poids; c'est assez dire qu'une même ferrure remplira, s'il est possible, plusieurs fonctions. On évitera les formes anguleuses ou trop saillantes. Il importe d'appliquer bien solidement les ferrures, de les disposer de manière à faciliter le resserrement des assemblages disjoints, le démontage et le remplacement des différentes parties du système; et, pour simplifier les approvisionnements, on adoptera, s'il est possible, un seul tracé pour toutes les ferrures qui doivent, dans les différents affûts, remplir des fonctions analogues. Cette dernière observation s'applique également aux parties en bois.

Indépendamment des parties en bois et des ferrures, dont le tracé varie suivant leur destination, on emploie fréquemment, dans la construction des affûts, des *boulons*, des *chevilles*, des *clous ordinaires* ou *rivés*, des *rivets* et des *vis à bois*. Le boulon diffère de la cheville par sa position ordinairement horizontale; la direction de la seconde s'approche de la verticale: ces deux ferrures ont des fonctions analogues, et se composent d'une *tête*, d'une *tige* et d'un *bout fileté*. La tête est ordinairement appliquée sur une *rosette* pour éviter l'usure de la pièce; et quand sur celle-ci doit glisser ou frotter une autre pièce, la tête est *encastrée*: dans ce cas, la tête est plate en dessous si elle est encastrée dans une pièce de bois, et ronde si c'est dans une ferrure; la partie supérieure de la tête est généralement arrondie. Le bout fileté reçoit l'*écrou*, sans lequel la ferrure n'exerce aucune compression. L'écrou repose également sur une rosette ou sur une autre ferrure, et doit être perpendiculaire à l'axe du boulon ou de la cheville; si la hauteur de la partie filetée était seulement égale à l'épaisseur de l'écrou, il serait impossible de le resserrer.

La tige doit affecter une forme carrée ou polygonale, tout au moins sur une partie de sa longueur, pour empêcher la ferrure de tourner quand on visse l'écrou.

Les boulons et les chevilles se faussent aisément lorsqu'ils

sont soumis à des efforts un peu considérables et dirigés perpendiculairement à leur longueur.

Les clous rivés sont employés pour comprimer les fibres des pièces de bois, dont la faible épaisseur les expose à se fendre; ils diffèrent des boulons et des chevilles par leur tige, cylindrique dans toute leur longueur, et par leur rivure qui remplace le bout fileté.

Le rivet n'a pas de tête, il porte deux rivures.

Pour diminuer le frottement de deux pièces métalliques, l'une d'elles est souvent en bronze.

Il faut éviter, dans la construction des affûts, de multiplier les assemblages; ceux dont on ne peut se dispenser doivent être à surface plane et à section rectangulaire, afin de leur donner plus de force. On ne doit pas assembler des pièces de bois de manière à placer leurs fibres dans des directions perpendiculaires: la dessiccation pourrait occasionner un jour, et permettre ainsi l'infiltration des eaux. Les faces de contact des assemblages seront, le plus possible, dirigées perpendiculairement aux forces qui agissent sur les pièces assemblées. Les assemblages doivent peu affaiblir les pièces, et leurs faces de contact seront placées à la partie rentrante de la pièce quand elle est fléchie, afin de ne pas faire bâiller les joints.

L'assemblage par *recouvrement*, garantissant les joints contre l'humidité, en empêchant la filtration de l'eau, doit être préféré. On réunit les pièces de bois par *accolement*, lorsque avec plusieurs pièces de bois on veut en faire une seule de plus fortes dimensions; des *goujons* en bois ou en fer, ou bien des *entailles* dans les plans de joint, empêchent leur glissement; et des chevilles ou des boulons s'opposent à leur écartement. On emploie l'assemblage par *croisement* quand il faut assembler des pièces de bois qui se croisent; il se fait toujours en entaillant l'une des pièces, ou en les entaillant toutes deux. L'entaille est pratiquée à mi-bois, lorsque les faces supé-

rieures des pièces doivent être de niveau; l'assemblage est consolidé par des chevilles, des boulons ou des *étriers* en fer. Il faut, en général, ménager autant que possible la pièce principale, en l'entaillant peu profondément.

Une pièce de bois est dite *débardée* quand on a enlevé une partie de son épaisseur; l'*encastrement* est une entaille assez profonde pour y loger une pièce de fer.

Enfin, l'assemblage par *pénétration* se fait à *tenon et mortaise*, avec ou sans *embrèvement*. On appelle *tenon* l'extrémité de la pièce pénétrante, dont on a diminué l'équarrissage pour l'introduire dans la mortaise, vide de même forme pratiquée dans la pièce pénétrée : si la pièce pénétrait de toute son épaisseur, il y aurait embrèvement. Pour réunir une pièce de bois à une pièce de fonte, on doit employer l'assemblage par embrèvement; de cette manière, le retrait du bois, qui s'opère perpendiculairement aux fibres, est sans effets sensibles.

L'assemblage par pénétration ne comporte souvent aucun moyen accessoire : cependant, lorsqu'il se pratique à l'extrémité d'une pièce, il est bon de traverser le tenon par une cheville en fer et de le tailler en queue d'aronde.

Les dimensions des pièces de bois dont se compose un affût se déterminent par comparaison, en prenant pour point de départ celle d'un affût analogue d'une solidité éprouvée, et, si on en possède, un affût dont la résistance est insuffisante.

Quand une pièce de bois à section rectangulaire est soumise à une pression normale, sa résistance à la rupture est dans le rapport du carré de sa hauteur multiplié par sa largeur. Il convient donc de donner de préférence, aux pièces de bois qui doivent particulièrement résister de haut en bas ou de bas en haut, une section plus haute que large; et si, pour dégager le système d'un excès de poids nuisible à sa mobilité, on est obligé d'enlever une partie des fibres du bois, on devra le faire

du côté opposé au sens de la courbure affectée par la pièce sous l'action de l'effort qui tend à la rompre.

Avant de procéder à l'examen des bouches à feu et des affûts en usage, établissons leur classification.

**Classification des bouches à feu et des projectiles
de l'artillerie.**

Les armées sont appelées à faire des sièges ou à en soutenir, à défendre les côtes pour empêcher des débarquements, etc., etc., et aujourd'hui elles doivent particulièrement être en mesure de livrer des batailles. Toutes ces opérations de la guerre exigent l'application de principes spéciaux et l'emploi de moyens particuliers. Des missions si variées ne pouvant être remplies par une seule espèce de bouches à feu, il a fallu adopter des *bouches à feu de siège, de place, de côte et de campagne*.

Mais une opération déterminée réclamait aussi des projectiles d'effets différents; par exemple, ceux-ci doivent renverser des obstacles plus ou moins résistants et disposés de diverses façons; ceux-là, destinés à mettre hors de combat des hommes à découvert ou abrités derrière un obstacle, ne pourraient utiliser une grande quantité de mouvement; d'autres, enfin, sont employés à propager l'incendie, à éclairer, etc., etc. Un seul et même projectile, lancé par une bouche à feu unique, ne peut remplir à la fois toutes ces conditions. C'est pourquoi l'artillerie de chaque service comprend plusieurs familles de bouches à feu, auxquelles on a donné des dénominations diverses, suivant la nature de leurs projectiles, la manière dont ils agissent et la forme de leur trajet pour aller de la bouche à feu au but assigné.

Ainsi les *mortiers*, destinés aux feux courbes, sont des bouches à feu qui lancent, sous de grands angles de projection, des globes creux renfermant à l'intérieur une charge de poudre destinée à déterminer leur explosion en temps opportun. Ces projectiles produisent un double effet : par la force

vive résultant de leur chute d'une grande hauteur, ils enfoncent les abris; leur explosion produit l'effet d'une mine, et leurs éclats, projetés en tous sens, renversent les objets environnants.

Les bouches à feu employées pour lancer des projectiles pleins, sous des angles peu élevés, sont désignées sous le nom de *canons*.

Une troisième espèce de bouche à feu, l'*obusier*, tient de la nature des mortiers par son projectile creux, et de celle des canons parce qu'il le lance sous des angles assez peu ouverts.

Le calibre des projectiles se mesurant sur la distance à leur faire parcourir, et, comme nous le verrons plus tard, les effets produits étant généralement proportionnés à leur grosseur, ne serait-il pas absurde d'employer contre un but donné un projectile d'un effet plus que suffisant? Aussi, pour éviter le gaspillage des munitions, on a créé des mortiers, des canons et des obusiers de calibres différents. Mais, en artillerie, il faut éviter avec le plus grand soin la multiplicité des calibres : car elle complique les approvisionnements et expose à des méprises. La nécessité de plusieurs calibres ne pouvant être contestée, il faut toutefois s'arrêter au nombre strictement nécessaire au but à atteindre, et choisir les calibres de telle sorte que le même approvisionnement en projectiles puisse être employé à tous les services. Il est en outre avantageux, et sous le rapport de la diminution du recul, de la justesse de tir, et sous celui de l'utilisation des munitions ennemies, d'employer les plus forts calibres.

La série des calibres adoptés en Belgique se rapproche de ce type.

Nous désignons le calibre des mortiers par l'énoncé du nombre de centimètres du diamètre de l'âme; celui des canons est exprimé par le nombre de livres anciennes que pèse son boulet; pour déterminer le calibre des obusiers de campagne et de siège, on emploie une désignation analogue à celle des mor-

tiers, et l'on exprime en pouces le calibre des obusiers de côte.

Nos mortiers sont du calibre :

De 29 centimètres; l'âme a 0^m,291 de diamètre.

» 20 » 0^m,201 »

» 13 » 0^m,131 »

Les mortiers à boulets et pierriers ont 39 centimètres de diamètre.

On a adopté pour les canons une série de calibres dont les projectiles diffèrent l'un de l'autre du poids, au moins, du projectile du plus petit calibre employé; ce poids ayant été fixé à six livres, nous avons des canons :

De 6, dont l'âme a un diamètre de 0^m,095

» 12 » 0^m,119

» 18 » 0^m,137

» 24 » 0^m,151

» 36 » 0^m,172

» 48 » 0^m,189

L'obusier de siège, de 20 centimètres, a un diamètre de 0^m,201.

Les obusiers de côte de 10 pouces ont 0^m,274 de diamètre ceux de. 8 0^m,223 »

enfin les obusiers de campagne, du calibre de 15 centimètres, ont 0^m,151 de diamètre.

Les bombes de 10 pouces peuvent donc être, au besoin, employées avec le mortier de 29; l'obus de 20 et la bombe du même calibre peuvent se substituer réciproquement; enfin, les canons de 24 et de 18 peuvent employer les obus de 15 et de 13.

Boulets. — L'artillerie emploie des projectiles pleins et des projectiles creux; c'est-à-dire, les uns sont massifs, et les autres ont un vide ménagé à l'intérieur. Les premiers sont désignés sur le nom de *boulets* ou de *balles*, les seconds portent les noms de *bombes*, *obus* ou *grenades*.

Les calibres des boulets sont exprimés en livres anciennes, nous avons des boulets de :

6 ^κ	d'un diamètre de	0 ^m ,092	et pesant	2 ^l ,71
12 ^κ	,	0 ^m ,116	,	3 ^l ,66
18 ^κ	,	0 ^m ,133	,	8 ^l ,47
24 ^κ	,	0 ^m ,147	,	11 ^l ,59
36 ^κ	,	0 ^m ,169	,	17 ^l ,98
48 ^κ	,	0 ^m ,185	,	23 ^l ,40

Nous avons encore des boulets de 3, destinés à être lancés plusieurs à la fois avec une bouche à feu particulière ; ils ont un diamètre de 0^m,072.

La difficulté de couler les projectiles de manière à donner un diamètre constant à tous ceux du même calibre oblige d'accorder pour la réception des boulets une tolérance de 0^m,0022.

Dans certaines circonstances, particulièrement sur les côtes, au lieu d'employer les boulets à leur état naturel, on les rougit au feu pour incendier les matières dans lesquelles ils se logent : on leur donne alors le nom de *boulets rouges*.

Les boulets sont rougis dans un fourneau à réverbère, si on a le temps d'en construire ou s'il s'en trouve à proximité ; mais ordinairement on les chauffe sur un *gril* destiné à cet usage. Ce gril est établi dans une excavation du sol, voûtée au moyen d'arceaux en fer, de gazons et de terre ; on ménage en arrière une cheminée, et on fait le feu avec des morceaux de bois rangés au-dessus et au-dessous de la partie antérieure du gril : pour faciliter le chauffage, on pratique un talus sur le côté correspondant de l'excavation. Au bout d'une heure les boulets sont rouges, et le gril réglementaire suffit à l'approvisionnement de trois pièces. Les boulets sont retirés avec des *fourches* en fer et portés à la bouche à feu dans une *cuiller*.

Bottes à balles. — A petite distance, les boulets n'utilisent pas toute leur force pour renverser des hommes ou des chevaux, et leurs effets, trop peu étendus, ne sont pas proportionnés à leur prix de revient. Dans ce cas, il est plus avantageux

d'employer un grand nombre de petits projectiles d'un effet suffisant et dont l'action se répartisse sur une grande surface : c'est à quoi sont destinées les balles en fonte.

Les boulets s'emploient avec les canons; les balles sont d'un usage commun aux canons et aux obusiers.

Pour lancer les balles on les réunit en certain nombre dans une boîte hermétiquement fermée, à laquelle on a donné le nom de *boîte à balles* ou à *mitraille*.

On a reconnu par expérience que pour ne pas faire supporter à l'affût un excès de fatigue, et ne pas lui occasionner un recul nuisible à la prompte exécution de la bouche à feu, il convient de limiter le poids de la boîte à balles à environ une fois et demie celui du projectile ordinaire. Le poids maximum de la boîte à balles étant ainsi approximativement fixé, le nombre de balles dépendra de leur diamètre ou de leur poids : car dans chaque boîte on pourra mettre d'autant plus de balles qu'elles seront d'un plus petit diamètre. Mais l'expérience a démontré qu'au delà de trois cents pas de distance la dispersion des balles augmente avec leur nombre, et que pour être d'un tir efficace avec les canons, la boîte doit en contenir au moins 41. D'après cela, en égard aux occasions moins fréquentes de tirer à balles, et à la grande résistance des affûts, on a adopté pour les balles un diamètre égal au tiers du calibre du projectile ordinaire; par cette détermination, le poids total de la boîte est un peu supérieur à la limite posée.

La plus petite balle employée, celle pour canon de 6, est d'assez forte dimension pour que la charge lui imprime une vitesse suffisante. Le poids des balles étant à celui des boulets comme les cubes de leurs diamètres respectifs, le poids du boulet équivalant à 27 balles. On peut donc dire : Les balles pèsent environ autant de demi-onces qu'il y a de livres dans le poids nominal du boulet.

Les balles, pour canon de 6 et obusier long, pèsent 0^m,090 ou 3 onces, et sont d'un diamètre de 0^m,030; pour canon de 12,

0^k,200 ou 6 onces, et sont d'un diamètre de 0^m,038; pour canon de 18, 0^k,300 ou 9 onces, et sont d'un diamètre de 0^m,0435; pour canon de 24 et obusier court de 15, 0^k,400 ou 12 onces, et sont d'un diamètre de 0^m,0478; pour obusier de 20. 1^k,000, ou 2 livres, et sont d'un diamètre de 0^m,064.

On accorde une tolérance d'un dixième de millimètre sur le diamètre des balles.

Les balles en fonte dégradent beaucoup les bouches à feu; elles se brisent facilement en s'entre-choquant et quand elles frappent contre la paroi de l'âme; étant trop élastiques, elles se dispersent beaucoup à leur sortie de la bouche à feu; et leur densité est trop faible pour pouvoir les porter à une grande distance.

Il vaudrait mieux, à l'exemple d'autres artilleries, les fabriquer en fer forgé; les balles seraient d'une plus grande densité, plus régulières de forme, moins élastiques et moins dures, mais leur fabrication serait plus difficile et leur prix de revient, par conséquent, plus élevé.

Anciennement, la mitraille consistait en balles de plomb; cet usage a été abandonné, parce qu'elles se collaient ensemble, faisaient boulet et ne ricochaient pas; néanmoins, pour le tir à faibles charges et aux petites distances, on pourrait utilement employer des balles en plomb si l'on manquait de balles en fonte.

Les boîtes à mitraille, pour canons, contiennent 41 balles; celles pour obusier long, 56; pour obusier court de 15, 34, et les boîtes pour obusier de 20 en contiennent 20. D'après cela, le poids des premières équivaut aux $\frac{5}{8}$ du poids du boulet; le poids des boîtes pour obusier long surpasse un peu celui de l'obus vide; les boîtes d'obusier court de 15 pèsent le double de l'obus, et celles d'obusier de 20 sont d'un quart plus pesantes que l'obus du même calibre.

Ces balles sont placées dans une boîte de forme cylindrique, en tôle, d'un diamètre un peu inférieur au calibre du projec-

tile. La partie postérieure de la boîte est fermée par un *sabot* en bois surmonté d'un *culot* en fer ; celui-ci reçoit toute l'impulsion de la charge de la bouche à feu, et communique, par conséquent, aux balles une plus grande vitesse que si elles recevaient directement l'action des gaz de la poudre ; s'il n'y avait pas de culot, l'impulsion des balles serait proportionnée à l'étendue de leur surface. L'expérience confirme d'ailleurs ce fait que le culot porte la mitraille à une plus grande distance. L'emploi d'un culot, avantageux à certains égards, présente cependant l'inconvénient d'augmenter la dispersion des balles ; cela tient au manque d'uniformité d'action des gaz en arrière du projectile : le culot bascule et pousse latéralement les balles ; le culot contribue aussi à précipiter les dégradations de la bouche à feu, en agissant sur la paroi comme un ciseau.

Il affecte la forme d'un disque plein, épais d'environ un demi-centimètre. Certains artilleurs donnent la préférence aux culots bombés du côté de la charge et présentant une concavité à leur partie antérieure : les expériences de Strashbourg accusent la supériorité des culots plans. A défaut de culots en fer, des culots en bois sont encore d'un bon effet.

La partie antérieure de la boîte est fermée par un *couvercle* en bois d'une épaisseur de 0^m,015 aux boîtes pour canon de 6 et obusier long, de 0^m,019 à celles pour canon de 12, de 16, de 24 et obusier court de 15 ; et à l'obusier de 20, cette épaisseur est portée à 0^m,022.

L'enveloppe cylindrique en tôle est assujettie par huit *clous*, sur le couvercle et sur le sabot ; sa fermeture est assurée par la *feuillure* ménagée le long de la générative de raccordement, et par six *rivets*. A la boîte d'obusier long il n'y en a que trois.

L'épaisseur du sabot des boîtes à balles pour canon est à peu près le double de l'épaisseur du couvercle ; le sabot, à moitié recouvert par la tôle, affecte la forme d'un disque,

avec une *gorge* ou *rainure* circulaire sur son pourtour. Cette gorge permet au servant de distinguer le sabot du couvercle, et l'empêche d'introduire la boîte à rebours dans la bouche à feu. Le sabot de la boîte à balles d'obusier long n'a pas de gorge; mais, dans une *rainure* longitudinale pratiquée sur sa face postérieure, il porte un *crochet* en cuivre destiné à fixer le sachet qui contient la charge : sans ce crochet, la charge ne pourrait être convenablement poussée au fond de l'âme, ou bien, pour la disposer contre le fond, il faudrait refouler plusieurs fois, à cause de sa faible hauteur relativement au diamètre de l'âme.

L'arête postérieure du sabot des boîtes à balles pour obusier court est arrondie comme la paroi de l'âme contre laquelle il doit s'appuyer; le renforcement d'épaisseur de ces sabots leur donne assez de résistance pour supporter l'action plus concentrée des gaz.

Vers la partie postérieure du sabot de la boîte à balles d'obusier court de 15, on a creusé deux logements cylindriques, pour y introduire les doigts et faciliter l'extraction de la boîte de sa case, dans la voiture qui porte les approvisionnements. Dans le même but, le couvercle des boîtes pour les obusiers longs et les canons de campagne est muni d'une *anse* en corde.

Les balles sont disposées en six couches de six balles, contre le pourtour des boîtes pour canon; celles d'un rang supérieur se placent dans les interstices du rang immédiatement en dessous : par suite, les balles du centre de chaque couche sont superposées axe sur axe, et l'on ne peut en loger que cinq suivant l'axe de la boîte.

La boîte pour obusier long compte trois couches de dix-huit balles sur deux rangs concentriques; et deux balles suivant l'axe. Les balles d'obusier court de 15 sont rangées en cinq couches de six chacune, et quatre dans l'axe; celles d'obusier de 20 forment trois couches de six, et deux balles au milieu. On empêche le

ballotement et le dérangement des balles, en remplissant les vides de la partie supérieure avec de la sciure de bois ou de l'étaupe.

L'enveloppe en tôle ne présente pas assez de solidité pour résister à la première action des gaz; et, au lieu de ne s'ouvrir qu'à sa sortie de la bouche à feu, comme il serait à désirer pour la justesse du tir, la boîte se brise dans l'intérieur de l'âme, occasionnant ainsi une plus grande dispersion des balles, et produit des érafllements sur la paroi.

La disposition des balles dans la boîte contribue beaucoup à occasionner cette rupture anticipée; les balles des couches postérieures, logées dans les intervalles des balles de la couche précédente, jouent le rôle de coins pour les pousser latéralement contre l'enveloppe et la briser: on en trouve la preuve dans les profondes impressions laissées sur l'enveloppe de la boîte. Les expériences faites à Brasschaet en 1845 accusent une supériorité de tir et une moins prompte détérioration de la bouche à feu quand on dispose les balles axe sur axe dans la boîte, en les maintenant dans cette position contre le pourtour de la boîte par des prismes en bois. Par cette disposition, la vitesse communiquée aux balles s'approche de la vitesse imprimée à tout le système, qui résiste beaucoup mieux pendant son parcours dans l'âme.

Si l'on ne craignait la confusion sur le champ de bataille, il serait plus avantageux d'adopter, pour les bouches à feu de campagne, deux calibres de balles; les plus petites, lancées en plus grand nombre à chaque coup, seraient destinées au tir à courtes distances.

On a reconnu qu'avec le canon de 6 il y a avantage à employer, en deçà de 400 pas environ, des balles de 1 once; au delà de cette distance, les balles de 3 onces produisent plus d'effet.

Bombes, obus et grenades. — Nous avons déjà dit que les bombes sont des globes creux destinés à être lancés avec les

mortiers, et que les obusiers lancent des obus. Les grenades s'emploient avec le mortier du plus petit calibre et avec le pierrier; les petites grenades se lancent à la main.

Ces projectiles creux diffèrent entre eux par l'existence ou par l'absence du *culot*, c'est-à-dire, les bombes et les plus grosses grenades ont à leur partie postérieure un surcroît d'épaisseur en métal. La partie antérieure de ces projectiles, ou l'hémisphère opposé à la charge dans la bouche à feu, est percée d'une ouverture tronc-conique appelée *l'œil*, destinée à permettre la communication du feu à la charge intérieure, pour déterminer la rupture du projectile. Les obus et les grenades n'ont généralement pas de culot; si l'obus de 20 et la grenade de 13 en ont un, c'est pour simplifier les approvisionnements en faisant servir le même projectile au mortier et à l'obusier; et la grenade de 13, étant exclusivement destinée au mortier du même calibre, doit avoir un culot. A l'époque de l'introduction des bombes, on avait jugé utile de renforcer leur partie postérieure par un culot, afin de déterminer la chute du projectile de telle sorte que la *fusée*, artifice employé à communiquer le feu à la charge, reste à la partie supérieure et ne soit pas exposée à s'éteindre dans le sol.

L'expérience démontra bientôt l'insuffisance du culot pour cet objet; si depuis on l'a conservé à certains projectiles, c'est pour augmenter l'épaisseur des parois dans la partie qui reçoit le choc le plus violent des gaz.

Le culot nuit à la formation des éclats et à la justesse du tir, en occasionnant une excentricité augmentée par l'œil. C'est pourquoi dans les bombes de nouvelle fabrication on a supprimé le culot, et une plus forte épaisseur de toute la paroi garantit le projectile contre les risques de rupture dans la bouche à feu.

En principe, il faut donner aux projectiles creux les plus fortes dimensions possibles, afin de compenser par un grand

diamètre les inconvénients de leur faible densité. Nos bombes

de 29 ont un diamètre de 0^m,287, et pèsent 56^{lb},64

» 20 » 0^m,197 » 18^{lb},04

» 15 » 0^m,128 » 4^{lb},85

Nos obus

de 10 pouces » 0^m,270 » 50^{lb},50

» 8 » 0^m,228 » 24^{lb},90

» 15 » 0^m,147 » 7^{lb},68

Les grenades à main

de 6ⁱⁿ » 0^m,092 » 1^{lb},73

» 3ⁱⁿ » 0^m,072 » 0^{lb},68

Le vide intérieur est sphérique aux obus et aux grenades; dans les bombes, il est formé d'une *portion* de sphère, et une *calotte* sphérique limite le culot. Le centre de cette calotte est sur le diamètre passant par l'axe de l'œil; la paroi présente donc sa plus forte épaisseur suivant le même axe. La sphère, enveloppe du vide intérieur, des grenades de 15 est excentrique à la sphère extérieure; les deux sphères sont concentriques aux obus et aux petites grenades.

Pour faciliter le transport de la bombe de 29 et son placement dans la bouche à feu, on a appliqué latéralement à l'œil deux *mentonnets* ou *anses* en fer forgé, dont les centres occupent les extrémités de deux rayons formant entre eux un angle de 67°; les mentonnets eussent été trop saillants si, au-dessous, on n'avait pas pratiqué dans l'épaisseur du projectile un canal pour loger le *crochet à main* employé au transport de la bombe. Les obus de 8 et de 10 pouces, destinés à être lancés par des bouches à feu longues, ne pouvaient porter des mentonnets; ils se seraient brisés pendant le parcours du projectile dans l'âme de la bouche à feu. On les a remplacés par deux *canaux annulaires*, creusés dans l'épaisseur de la paroi; leurs centres sont situés sur deux rayons à angle

· C'est-à-dire du calibre du boulet de 6 liv.

droit. On engage le crochet sous la partie de métal qui recouvre le canal.

L'épaisseur des parois des projectiles creux est intimement liée à leur charge intérieure. Elle doit être déterminée de manière à ce qu'il faille la plus forte charge possible pour les rompre et qu'elle donne aux projectiles un poids suffisant : on obtiendra ainsi les plus grands effets, sans consommer inutilement de la poudre. On a reconnu que l'épaisseur la plus convenable donne au projectile les deux tiers du poids d'un boulet de même calibre.

Le vide laissé par la charge dans l'intérieur du projectile joue un grand rôle dans le phénomène de l'explosion, en permettant aux gaz d'acquiescer une certaine vitesse avant de choquer la paroi supérieure. Ce vide aura d'autant plus d'influence sur la force nécessaire à la rupture, que la charge sera moins considérable : car à une faible charge correspond un plus grand vide. L'épaisseur de nos projectiles creux est assez convenable sous ce rapport.

Les bombes de 29 ont au culot 0^m,055 et aux parois 0^m,042 ¹.

„ 20 „ 0^m,037 „ 0^m,028

„ 13 „ 0^m,02 „ 0^m,015

Les obus de 40^e „ — „ 0^m,043

„ 8^e „ — „ 0^m,030

„ 15 „ — „ 0^m,022

Les grenades de 6 „ — „ 0^m,014

„ 3 „ — „ 0^m,011

Ces épaisseurs donnent au vide intérieur un volume d'environ le tiers de celui d'un boulet plein du diamètre de la bombe ou de l'obus; nos bombes

de 29 peuvent donc contenir 3^k,50 de poudre

„ 20 „ 1^k,25 „

„ 13 „ 0^k,35 „

¹ D'épaisseur.

Nos obus

de 10^e peuvent contenir 2^k,72 de poudre.

» 8 ^e	»	2 ^k ,21	»
» 15	»	0 ^k ,50	»

La charge de rupture est beaucoup plus faible.

Le colonel Piobert, acceptant la relation entre la pression des gaz de la poudre et leur densité moyenne, déduite des expériences de Rumfort, calcule la tension des gaz dans une capacité présentant une issue, et la plus petite charge de poudre capable de faire éclater un projectile dont les dimensions et la ténacité sont connues. Les résultats de Rumfort étant, selon toute apparence, fort éloignés de la vérité, nous ne reproduirons pas ici cette recherche analytique; nous ferons cependant remarquer que les résultats de M. Piobert concordent parfaitement avec ceux que fournit l'expérience. Toutefois cet auteur déclare que les relations posées entre les éléments de la question ne sont plus applicables quand le vide au-dessus de la charge dépasse 8 centimètres : les gaz choquent alors la paroi avec une vitesse considérable, qui modifie complètement leur action.

Une diminution d'épaisseur de la paroi des projectiles creux augmente le nombre des éclats; mais en même temps les projectiles de petit calibre donnent alors moins d'éclats de 100 grammes, les seuls véritablement utiles : car naturellement le poids des éclats et l'épaisseur de la paroi suivent la même progression. Enfin la vitesse des fragments s'accroît avec la charge du projectile.

Afin d'augmenter le nombre des éclats et compenser la perte des gaz par la lumière, la charge de nos projectiles creux est un peu plus forte qu'il ne serait nécessaire pour la rupture : dans la bombe

de 29 on met 1^k,90 de poudre et 0^k,24 de roche à feu.

20	»	0 ^k ,70	»	0 ^k ,10	»
15	»	0 ^k ,18	»		

dans l'obus

de 10° on met 1^k,05 de poudre.

8° , 0^k,65 ,

15 , 0^k,26 , et 0^k,05 de roche à feu.

dans la grenade

de 6 , 0^k,06 ,

3 , 0^k,04 ,

La roche à feu est une composition incendiaire de soufre, de salpêtre, de pulvérin et de poudre, qui s'enflammant au contact des gaz incandescents, est projetée latéralement lors de l'explosion et communique le feu aux matières combustibles environnantes.

Le colonel Piobert estime à un sixième environ les gaz écoulés par l'œil des obus ordinaires; il croit devoir conclure de faits d'expérience que cette perte est proportionnelle à l'aire de l'ouverture et à la densité moyenne de la totalité des gaz.

La poudre la plus vive convient le mieux pour le chargement des projectiles creux.

Le culot, avons-nous dit, nuit à la formation des éclats; il est facile de se rendre compte de cet effet. Si le projectile était d'égale épaisseur en tous ses points, les sections de rupture, sous l'action de la plus petite charge, seraient des grands cercles dont le point de croisement aurait lieu suivant l'axe de l'œil du projectile, déjà affaibli en cette partie; or, dans les plans méridiens, la section du vide étant un maximum par rapport à celle du plein, les gaz contenus dans l'étendue de ce vide sont en plus grande quantité et agissent dans la direction de la résistance à la rupture opposée par la ténacité de l'enveloppe: ces sections sont donc les plus favorables à la rupture; mais le culot offrant plus de résistance, il modifie l'action des gaz, qui brisent le projectile dans une partie plus voisine de l'œil.

La fusée introduite dans l'œil communique le feu à la charge du projectile et détermine son explosion. Elle est faite d'un

tuyau en bois de frêne, affectant à l'extérieur la forme d'un cône tronqué, et percé, suivant son axe, d'un canal cylindrique nommé *lumière*. Le diamètre de la lumière a 0^m,0087 aux fusées pour bombes de 29; 0^m,0076 à celles pour bombes de 20; 0^m,0065 aux obus de 15, et 0^m,0044 aux grenades. La partie externe de la fusée est un peu évasée et le *calice*, orifice supérieur de la lumière, est hémisphérique. On tasse dans la lumière, le plus uniformément possible, un mélange à combustion lente de salpêtre, de soufre et de pulvérin, cette dernière substance entrant en plus fortes proportions dans la composition pour les fusées destinées aux projectiles de gros calibre. Deux *brins de mèche de communication* à la fusée pour bombes de 29, un seul aux autres, enfoncés au-dessus du mélange dans la partie supérieure de la lumière, servent d'amorce et assurent l'inflammation de la fusée. Quand on ne doit pas employer immédiatement la fusée, on replie les brins de mèche dans le calice et on le couvre d'une *coiffe*. Cette coiffe consiste en un morceau de papier et un morceau de toile grise repliés autour du bord supérieur de la fusée et liés avec de la ficelle; on garantit les fusées de l'action de l'humidité en enduisant les coiffes de mastic fondu et en les roulant dans de la sciure de bois.

Avant de chasser la fusée dans l'œil du projectile, on la scie en sifflet et on lui donne une longueur proportionnée à l'étendue du trajet. Il faut donc connaître, pour chaque distance de tir, la durée du parcours du projectile, et pour les différents numéros de fusée les longueurs de composition consommées pendant le même temps.

Or, on a reconnu par expérience que les fusées des bombes de 29, de 20, des obus de 15, et de 13 se consomment,

0 ^m ,04	— 0 ^m ,03 $\frac{1}{4}$	— 0 ^m ,03 $\frac{1}{2}$ — 0 ^m ,03 $\frac{3}{4}$	en 5 secondes.
0 ^m ,08 $\frac{1}{4}$	— 0 ^m ,07	— 0 ^m ,07 — 0 ^m ,08 $\frac{1}{2}$, 10
0 ^m ,13 $\frac{1}{4}$	— 0 ^m ,10 $\frac{1}{2}$	— 0 ^m ,10 $\frac{3}{4}$, 15
0 ^m ,16 $\frac{1}{4}$	— 0 ^m ,14 $\frac{1}{4}$, 20

D'autre part on sait que la bombe de 29, lancée avec les charges

de 400^{gr}, parcourt sa trajectoire en 8" ou 5", suivant que l'angle de tir est plus ou moins ouvert;

de 500^{gr} parcourt sa trajectoire en 10" ou 6" ,

» 600^{gr} » » 11" ou 7" ,

» 700^{gr} » » 12" ou 8" ,

» 800^{gr} » » 13" ou 9" ,

La bombe de 20, tirée à la charge

de 100^{gr} parcourt sa trajectoire en 6" ou 4" dans les mêmes circonstances que ci-dessus ;

de 150^{gr} parcourt sa trajectoire en 9" ou 5" ,

» 200^{gr} » » 12" ou 6" ,

» 250^{gr} » » 15" ou 7" ,

» 300^{gr} » » 18" ou 9" ,

L'obus de 20, jeté avec la charge d'un kilogramme, met :

2" à parcourir sa trajectoire quand il est lancé sous 2° d'inclinaison,
3" $\frac{1}{2}$, , 4° ,

Et la grenade de 13, tirée à la charge

de 40^{gr}, décrit une trajectoire d'une durée de 4"

» 50^{gr} » » 5"

» 60^{gr} » » 6" $\frac{1}{2}$

» 70^{gr} » » 8"

Ces deux éléments de la question connus, il est très-facile de déterminer la longueur de la fusée qui produit l'explosion du projectile à son point de chute.

L'humidité a pour effet de ralentir la combustion de la composition des fusées ; quand elles ont séjourné dans un magasin humide, il faut donc leur donner une plus grande longueur. Dans cette circonstance, il peut être utile de déterminer au moment du tir, par une expérience directe, la longueur convenable. Voici comment il faut procéder : on charge le mortier avec une bombe munie d'une fusée intacte, et coupant plusieurs fusées à différentes longueurs, on y met le feu en

même temps qu'aux mortiers ; la longueur cherchée sera celle de la fusée dont l'achèvement de la combustion correspondra au moment de la chute du projectile, augmenté d'environ $\frac{1}{10}$, pour tenir compte de la combustion plus rapide des fusées en mouvement.

Lorsqu'on apporte les obus de 15 sur le champ de bataille, ils doivent être préparés pour servir immédiatement ; on doit donc donner à la fusée une longueur suffisante pour toutes les distances : cette longueur a été fixée à 5 centimètres. A l'obusier long, et avec une charge d'un kilogramme, la fusée fait éclater le projectile à 1750 pas ; la charge d'un demi-kilogramme le porte à 1200 pas avant qu'il fasse explosion, et, tiré avec les plus petites charges, la rupture du projectile a lieu à 1000 pas.

Les obus de 15, employés avec l'obusier court, peuvent être portés à 1200 ou 1300 pas avant d'éclater, le projectile s'arrêtant ordinairement où il tombe ; il éclatera plus ou moins de temps après sa chute, suivant la distance.

La durée des fusées des grenades destinées au pierrier doit être de 15".

La fusée est chassée dans l'œil à l'aide du *chasse-fusée* et d'un maillet. Le premier de ces instruments consiste en une pièce de bois, formée d'une portion de cylindre surmontée d'un cône tronqué, et raccordés ensemble par une portion de surface annulaire. La base de la partie cylindrique est légèrement creusée, pour recevoir la partie supérieure de la fusée. On frappe à coups modérés avec le maillet sur la base de la partie tronc-conique, et on cesse de l'enfoncer quand la fusée ne dépasse la surface du projectile que de 2 ou 3 centimètres : c'est-à-dire trop peu pour pouvoir la retirer à la main et assez pour donner prise à l'instrument employé au déchargement des projectiles. La fusée des obus destinés aux obusiers longs doit déborder la surface d'un centimètre seulement : si elle avait une plus forte saillie, étant disposée sous une inclinaison

de 45° à l'axe de l'âme, elle empêcherait l'introduction du projectile.

Shrapnels. — Pour le service en campagne, l'artillerie possède une troisième espèce de projectiles, réunissant les propriétés des projectiles pleins, des projectiles creux et des boîtes à balles. On désigne ce projectile sous le nom d'*obus à balles* ou *shrapnel*.

Les shrapnels sont destinés à porter la mitraille à toutes les distances où peuvent atteindre les boulets pleins; ils constituent un progrès notable de l'artillerie moderne.

Nous employons des shrapnels du calibre de 15 centimètres et de 12, c'est-à-dire d'un diamètre égal à celui du boulet de 12.

Le shrapnel de 15 centimètres est un obus ordinaire dont on a taraudé l'œil et dans lequel on a renfermé 126 balles d'infanterie et 0^k,187 de poudre, logée dans les interstices des balles. La densité moyenne de cette charge intérieure, composée de poudre et de plomb, est égale à celle de la fonte; le poids total du projectile atteint donc 11^k,70, ou à peu près celui du boulet de 24 du même calibre.

On conçoit aisément que si l'obus éclate pendant le parcours de sa trajectoire, les balles et les éclats fournis par l'enveloppe décriront, en vertu de leur force de translation jointe à la vitesse communiquée par la charge intérieure de l'obus, des trajectoires plus ou moins étendues, suivant que l'effet de l'explosion s'ajoutera ou se retranchera de la vitesse primitive.

Il est essentiel, avec ce projectile, de pouvoir régler à volonté la durée de combustion de sa fusée, afin de déterminer l'explosion de l'obus en deçà du but et à une distance quelconque de la bouche à feu; attendu que si le projectile éclatait après sa chute, il manquerait son effet. Les obus ordinaires exigent tout le contraire : pour projeter des éclats en arrière, leur explosion doit avoir lieu quand le projectile est en repos.

Là ne se bornent pas les difficultés de la question des fusées, car l'opération de leur raccourcissement ou de leur allongement doit être simple et se pratiquer sur la fusée fixée à l'obus.

L'impossibilité d'assujettir la fusée au projectile sur le champ de bataille s'opposait à l'emploi des fusées ordinaires, dont la durée de combustion doit nécessairement être arrêtée au moment du chargement de l'obus; et même, en supposant que pour déterminer l'explosion avant la chute du projectile on trouve le moyen d'enlever en présence de l'ennemi une partie de la composition, on ne pourrait arriver à régler à point nommé l'achèvement de la combustion : par suite du mode de fabrication des fusées, la composition n'étant pas uniformément dense, jamais deux longueurs égales ne brûlent en des temps égaux. D'ailleurs, à cause de la grande vitesse de translation du projectile, il serait difficile de diminuer davantage la longueur du cylindre de composition, déjà très-raccourcie, et il est extrêmement rare que deux fusées se comportent identiquement de la même manière.

La fusée proposée en 1835 par le lieutenant-colonel Bormann, de l'artillerie belge, réunit parfaitement les conditions de son emploi. Il remplace la fusée ordinaire en bois, à lumière dirigée suivant un rayon du projectile, par une fusée prismatique en métal, dont la lumière contourne l'œil de l'obus. La substitution d'un métal au bois pour le corps de la fusée corrige l'excentricité du projectile, en remplaçant la partie du métal enlevée pour former l'œil; elle garantit du contact de l'air la composition de la fusée et la charge intérieure de l'obus; et fournit lors de la rupture un projectile pesant 0^k,19. De la poudre fine, recouverte d'une lame de plomb, est tassée dans la lumière. Celle-ci règne sur la face supérieure de la fusée et prend naissance dans une excavation en forme de segment circulaire; elle débouche en dessous, dans un logement cylindrique, au centre de la face inférieure de la fusée.

Un anneau de fer, d'une épaisseur de 3 à 4 millimètres, occupe le fond du canal de lumière : il est permis de douter que par l'adjonction de cette rondelle on donne plus d'homogénéité à la composition.

Par suite de la disposition du canal de lumière et du mode de fabrication, des longueurs égales de composition sont d'une densité constante et se comburent dans des temps égaux. La lumière est assez longue et la composition est assez lente pour prolonger la durée totale de la combustion autant que l'exigent les plus grandes portées des obusiers en campagne. Une échelle très-distincte, divisée en *temps*, tracée sur la lame de plomb recouvrant la composition, indique le point du canal qu'on doit mettre à découvert en entaillant la lame de plomb pour régler suivant la distance la durée de combustion de la fusée. Elle porte quatorze divisions : chacune d'elles forme un temps correspondant à une durée de combustion d'une demi-seconde. Pour faire éclater le projectile à 600 pas, on découvre la composition à la division $5 \frac{1}{4}$.

La division $3 \frac{1}{4}$ correspondant à la distance de 800 pas

,	6 $\frac{1}{4}$,	1000	,
,	7 $\frac{1}{4}$,	1200	,
,	8 $\frac{1}{4}$,	1400	,
,	10 $\frac{1}{4}$,	1600	,

Si la composition ne prenait pas feu au point mis à découvert, le shrapnel éclaterait encore, mais au delà du point favorable; car un brin de mèche adapté dans l'excavation supérieure, et dégagé avant l'introduction du projectile dans la bouche à feu, sert d'amorce. Un pétard placé dans le logement où aboutit la lumière donne plus de force à la gerbe enflammée projetée par la composition.

On assujettit la fusée dans l'œil au moyen d'un ciment : pour faciliter cette union, l'œil a été taraudé et la fusée filetée. Afin d'empêcher la fusée de se détacher et de donner issue aux balles et aux gaz pendant le parcours du projectile dans l'âme

de la bouche à feu, on a conservé une partie de l'épaisseur du métal à l'endroit de l'œil, et ménagé une *table* assez épaisse pour ne pas se rompre dans les premiers instants. La partie inférieure de la fusée porte sur la table, percée au centre d'une ouverture circulaire d'un diamètre de 19 millimètres, suffisant pour le passage d'une balle de plomb.

Le shrapnel de 12, employé avec le canon du même calibre, pèse autant que le boulet; il contient 80 balles d'infanterie et 100 à 130 grammes de poudre d'artillerie. La faible épaisseur de ses parois, réduite à 0^m,0145, et la nécessité de donner à la fusée une hauteur suffisante, ont obligé de renforcer le métal vers l'œil : par suite, la table est plane inférieurement. La même fusée sert aux deux shrapnels; mais celui de 12 étant animé d'une plus grande vitesse, il faut, pour le faire éclater aux mêmes distances que le shrapnel de 15, couper la fusée plus près du pétard. Ainsi,

entaillée à $1 \frac{1}{2}$ temps, l'explosion du projectile a lieu à 600 pas

» 2 $\frac{1}{2}$	» 800 »
» 3 $\frac{3}{4}$	» 1000 »
» 5	» 1200 »
» 6 $\frac{3}{4}$	» 1400 »
» 8 $\frac{1}{2}$	» 1600 »

Projectiles incendiaires. — Nous employons deux espèces de projectiles incendiaires;

1° Les *balles à feu* du calibre de 0^m,29, 0^m,20 et 0^m,15 se composent d'une *carcasse* en fer, remplie d'une composition formée de poudre à canon, de salpêtre, de soufre, de cire jaune, de poix noire et d'étoupes coupées, introduite à chaud, après avoir enveloppé la balle d'un sac de toile. La carcasse est formée, à sa base, d'une *calotte* sphérique en fer, servant de culot; sur la calotte et sur un *cercle* placé à mi-hauteur, sont rivés six montants en fer (quatre aux balles de 20 et de 15) dont les extrémités s'enroulent sur un *anneau* situé à la partie supérieure de la balle. Des trous d'amorce, ména-

gés dans la partie supérieure de la composition, sont chargés comme les fusées des projectiles creux. Le sac des balles de 29 est muni de deux gauses en corde servant au transport du projectile; celui des autres balles n'en a qu'une. La balle achevée est plongée dans du mastic et roulée dans de la limaille de fer; celles du calibre de 29 pèsent 29^k, les autres 11^k,90 et 4^k,40; elles brûlent pendant sept à cinq minutes, et souvent quinze à dix quand elles ne sont pas fabriquées nouvellement.

2° Les *boulets ou obus incendiaires* peuvent être tirés à plus fortes charges, avec les canons de 36, 24, 18, et avec l'obusier de 20; ce sont des obus à trois lumières placées aux sommets d'un triangle sphérique trirectangle. On les remplit d'une composition analogue à la précédente, dans laquelle la poudre est remplacée par du pulvérin, et qui contient en outre de la résine, de la térébenthine et de l'huile d'aspic. La paroi de l'obus est renforcée sur la demi-sphère qui porte les ouvertures, afin de corriger l'excentricité produite par les lumières. Le projectile est chargé par ses ouvertures et amorcé comme les précédents. L'obus de 20 est le plus lourd, il pèse 22^k; les autres pèsent respectivement 14, 9 et 7 kil. environ. Quelque temps après leur fabrication, ils brûlent pendant onze à six minutes, suivant le calibre.

Balles à éclairer. — Les balles à éclairer, destinées à être lancées pendant la nuit par les mortiers et les obusiers, pour éclairer des portions de terrain, sont de deux sortes.

Les unes, formées, comme les balles à feu, d'une carcasse du même modèle, sont remplies d'une composition chaude de salpêtre, de soufre, de pulvérin, d'antimoine, de résine, de cire et d'étoupes. Afin de les distinguer des balles à feu, on les roule dans de la sciure de bois; elles pèsent 33, 12 et 4 kil. environ. Il y a deux balles de la seconde espèce :

1° La balle pour mortier de 13 est cylindrique; elle se fait à froid avec une composition contenant, sauf la résine et l'étoupe,

les mêmes ingrédients que les précédentes, tassée dans un sac de toile fermé à coulisse à sa partie supérieure; on pratique dans sa base supérieure deux trous d'amorce, chargés comme les fusées de grenade. Elle est également roulée dans de la sciure de bois et pèse près de 8^k.

2° La *balle à main* est sphérique; un sac en toile de cette forme, fermant à coulisse, est rempli d'une composition froide de salpêtre, de soufre, de pulvérin, de sciure de bois, de cire et de suif. Elle a un trou d'amorce et on la roule dans de la sciure de bois; son poids n'atteint pas un 1/2^k. Ces deux dernières balles sont chargées dans un moule.

ARTILLERIE.

Nous connaissons les conditions générales auxquelles doivent satisfaire les bouches à feu et leurs affûts; nous possédons aussi les moyens de les réaliser plus ou moins. Passons actuellement à l'examen successif des conditions particulières de chaque bouche à feu, c'est-à-dire aux nouvelles conditions imposées par la nature de leur service; voyons jusqu'à quel point une bouche à feu donnée doit remplir les conditions générales, et si elles sont réunies dans notre système d'artillerie.

On sait déjà que le nom d'*artillerie* ou de *bouche à feu* est affecté aux grosses armes à feu trop lourdes pour être manœuvrées et transportées par un seul homme. Le même mot, pris dans une acception plus générale, désigne la science qui enseigne la construction, l'usage, la conservation et la distribution de tout le matériel de guerre et de ses accessoires. On désigne également sous le nom d'*artillerie* le corps de troupes chargé de construire ou de réparer les armes, les munitions et le matériel, de les transporter, de servir les bouches à feu sur

le champ de bataille, de jeter des ponts sur les cours d'eau et de trainer à la suite des armées les objets nécessaires à cette opération. Il n'entre nullement dans notre cadre d'embrasser l'artillerie dans son ensemble; les trois chapitres suivants traitent des bouches à feu destinées au service des sièges, des places, des côtes et des batailles.



CHAPITRE III.

ARTILLERIE DE SIÈGE.

Au quatorzième siècle, époque de l'introduction de l'artillerie dans les armées, les bouches à feu étaient exclusivement employées à l'attaque des villes fortes; aujourd'hui elles prennent une part active à toutes les opérations militaires.

L'artillerie de siège, destinée à faciliter les approches des villes fortes et à les réduire, a pour mission d'éteindre à toutes les distances les feux de la place, en détruisant le matériel de la défense, quelle que soit sa position sur les faces d'ouvrages, derrière les traverses, sous des voûtes, des blindages ou des casemates; de mettre les défenseurs hors de combat; de faire sauter les magasins à poudre et d'anéantir les munitions de toute espèce; de repousser les sorties de la place; de faire évacuer les ouvrages en y lançant une grêle de projectiles; de raser les parapets; et, finalement, d'ouvrir à l'armée de siège un passage au travers de l'enceinte. Quelquefois, dans l'attaque des petites places de guerre, on dirige le feu sur les habitations et les édifices publics, afin de déterminer les habitants à demander eux-mêmes la reddition de la place.

L'extrême variété des effets qu'on réclame de l'artillerie

pendant un siège exige le concours des trois espèces de bouches à feu; c'est-à-dire, l'artillerie de siège se composera de mortiers, de canons et d'obusiers.

Avant d'être mises en batterie, les bouches à feu doivent quelquefois parcourir de longues distances; si elles étaient d'un poids trop considérable, leur transport deviendrait fort difficile. Il est vrai que les équipages de siège cheminent ordinairement sur des routes préparées et mises en bon état; mais la difficulté de réunir un grand nombre de chevaux oblige d'alléger autant que possible les bouches à feu. La condition de légèreté est encore très-importante au point de vue de l'armement des batteries, exécuté le plus souvent à bras d'hommes et à travers champs.

Les progrès de l'attaque seront d'autant plus rapides que les projectiles auront une plus grande justesse de tir et une force vive plus considérable. Les bouches à feu de siège seront donc de gros calibre et tireront à forte charge. La nécessité de donner à la fois de la légèreté et une grande résistance aux bouches à feu de siège a conduit à n'employer, jusqu'à ce jour, que le bronze pour métal des bouches à feu de ce service : d'ailleurs la fonte de fer ne paraît pas devoir convenir, parce que dans les sièges le tir est non-seulement très-soutenu, mais il est parfois des plus accélérés.

Il faut, s'il est possible, choisir les calibres de telle sorte que les mêmes bouches à feu conviennent aux différentes périodes de l'attaque.

Mortiers.

Les mortiers marquent le point de départ de l'artillerie; c'est par cette bouche à feu que nous commencerons l'étude du matériel, affecté aux différents services de l'artillerie belge.

Les premiers mortiers étaient de pierre : on les employait

à lancer des pierres et des projectiles pleins. Environ trois siècles après leur invention, on introduisit l'usage des bombes.

Les mortiers sont principalement destinés à agir par la force vive qu'ils communiquent à leurs projectiles, en les faisant tomber d'une grande hauteur sur les abris qu'on veut enfoncer : partant, leur calibre sera proportionné à la résistance des obstacles. La longueur de l'âme dépendra du mode de chargement et des dispositions suivies pour le tir de ces bouches à feu.

La nature de l'effet à produire indique suffisamment que les affûts de mortiers permettront de pointer la bouche à feu sous les plus grands angles, et, pour la facilité de la manœuvre, ils présenteront des points d'application pour les leviers. Si l'affût élève beaucoup sa bouche à feu, il faudra se servir de machines pour y introduire la bombe : inconvénient qu'on doit éviter à tout prix. Le tir élevé de la bouche à feu réclame un affût très-solide, et proscriit l'emploi des roues. Et afin de n'être pas obligé d'exhausser les épaulements qui couvrent les mortiers, il faut donner un grand poids et un frottement considérable à l'affût pour borner son recul : car si, d'après les principes de construction, on allégeait l'affût afin de diminuer sa fatigue et de faciliter son transport, il serait à chaque coup lancé hors de sa plate-forme et l'on perdrait beaucoup de temps pour l'y rétablir.

Nos différents calibres de mortiers sont tous employés dans l'attaque des places.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que le calibre des projectiles de l'artillerie a un rapport intime avec celui des bouches à feu : il a été déterminé de manière à laisser un vent entre sa surface et la paroi de l'âme. Ce vent est indispensable ; car, s'il n'existait pas, le moindre corps étranger interposé entre le projectile et la paroi de l'âme empêcherait son introduction. La rouille qui recouvre les projectiles lorsqu'ils ont séjourné à l'air, les tolérances accordées pour leur

réception, et la crasse laissée par la poudre après chaque coup, nécessitent également un certain vent. Les crasses sont d'autant plus épaisses que la poudre contient une plus grande quantité de soufre ou plus d'humidité, que ses grains sont plus gros et qu'elle se combure plus lentement. Aux mortiers de 29, de 20 et de 13 le vent varie de 0^m,004 à 0^m,0026.

Mortier de 29. — La faible charge de cette bouche à feu, comparée au poids considérable de sa bombe, et la difficulté qu'on éprouve à disposer la poudre en une couche d'égale épaisseur au fond de l'âme, obligent de lui donner une chambre. Les dimensions de l'entrée de la chambre doivent être telles que l'impulsion des gaz se répartisse sur un assez grand segment du projectile, afin de ne pas occasionner sa rupture immédiate lorsqu'on tire à forte charge. Dans ce but, et pour mieux concentrer la force impulsive sur le centre du projectile, le général Gomer fit adopter en 1785 les chambres *tronc-coniques*, s'élargissant depuis le fond jusqu'à l'âme proprement dite, et raccordées avec celle-ci par une portion de sphère. Ces chambres sont avantageuses sous plusieurs rapports : le projectile, s'appuyant de son propre poids sur le cercle de jonction du raccordement avec la chambre, annule le vent et augmente l'intensité des effets de la charge, en étendant son action sur tout un hémisphère; et quel que soit l'angle de tir, la bombe se place suivant l'axe de la bouche à feu. A cause du vide qui existe derrière le projectile, les chambres à la Gomer donnent cependant, à charge réduite, des portées moins étendues que les chambres longues et étroites; de sorte que, si l'on veut augmenter la portée de ces mortiers, il faut remplir ce vide avec une substance quelconque. Dans le tir à forte charge, les chambres tronc-coniques donnent toujours les plus grandes portées.

La chambre est terminée par une surface plane, raccordée à la paroi latérale par une portion de surface annulaire.

Il n'était pas nécessaire de donner à l'âme une grande lon-

gueur, pour laisser à la faible charge le temps d'achever sa combustion avant le déplacement du projectile : limité à un calibre et un dixième, elle permet de descendre lentement la bombe et de la disposer convenablement au fond. La longueur de l'âme a donc été déterminée, comme dans le fusil, par des considérations de service.

Nous retrouvons dans la surface extérieure du mortier les quatre parties principales du canon de fusil : la culasse, désignée sous le nom de *cul du mortier*, ferme postérieurement l'âme; le *pourtour de la chambre*, de forme tronc-conique comme la chambre, occupe la région du tonnerre; le milieu ou, *renfort*, est séparé du devant ou *volée* par un *tore* et par un *listel*. L'extrémité de la volée, terminée par la *tranche à la bouche*, porte également un *tore* et un *listel*; une *gorge antérieure* raccorde la partie postérieure du *tore* à la surface externe de la volée, réunie elle-même par sa gorge postérieure au *listel* du renfort. Le renfort et la volée des mortiers de 29, de 20 et de 39 sont tous deux cylindriques.

L'épaisseur de la paroi mesure environ un demi-calibre au pourtour de la chambre; à la volée elle est diminuée de moitié. Il n'y a aucun inconvénient à réduire aussi fortement l'épaisseur du métal vers l'emplacement du projectile, parce que l'expansion subite du gaz en sortant de la chambre diminue considérablement leur tension.

Le grand poids du projectile, et l'ouverture de l'angle ordinaire du tir des bouches à feu à chambre exigent au fond de la culasse une plus forte épaisseur qu'au pourtour.

L'axe des tourillons est à hauteur de l'axe de l'âme; les tourillons sont principalement placés sur le pourtour de la chambre et empiètent un peu sur le renfort : étant fort rapprochés de l'extrémité postérieure de la bouche à feu, ils permettent de pointer le mortier sous un angle très-ouvert, sans exiger pour cela un affût d'une grande hauteur. On ne pouvait les placer tout à l'extrémité de la partie postérieure,

car l'élévation de la tranche à la bouche aurait rendu fort pénible l'introduction de la bombe dans l'âme, et la prépondérance de la volée aurait été augmentée.

La prépondérance doit être d'autant plus faible que le mortier pèse davantage, afin de ne pas rendre trop difficile le soulèvement de la bouche à feu quand on veut changer d'angle de tir. Il est très-facile de la déterminer par le calcul : désignons par p le poids de la partie antérieure du mortier ou la prépondérance ; par P , le poids total de la bouche à feu, et par p' le poids des tourillons sur leurs encastements ; d et l étant les distances de l'axe des tourillons au centre de gravité et à l'extrémité de la volée. La relation $P : p :: l : d$ nous fournit la valeur de la prépondérance $p = P \frac{d}{l}$, qui donne pour le mortier de 29 une prépondérance égale au quart environ du poids de la bouche à feu.

L'axe des tourillons étant à hauteur de l'axe de l'âme, la pression de la volée sur le coussinet de pointage a peu d'intensité, et la prépondérance est plus que suffisante pour empêcher le soulèvement de la partie antérieure de la bouche à feu par l'effet du tir.

Cette position de l'axe des tourillons à hauteur de l'axe de la bouche à feu, qu'autorisait la grande résistance des affûts de mortier, leur fait supporter toute l'action du tir et limite le recul : mais les tourillons fatiguent beaucoup, et pour les empêcher de ployer, indépendamment de leurs *embases* concentriques, on a été obligé de les consolider antérieurement par des *renforts*.

Une *anse* établie parallèlement aux tourillons sur la partie supérieure du renfort, et à hauteur du centre de gravité de la bouche à feu, facilite la manœuvre du mortier ; elle est réunie à la pièce par ses *empatements*. L'arrondissement des arêtes intérieures de l'anse empêche l'usure des cordages ; sa surface externe est à *pans*.

Le poids de la bouche à feu a été calculé de manière à borner le recul : elle pèse 21 bombes vides.

La lumière est percée dans un *grain de lumière* en cuivre rosette, vissé dans l'épaisseur du pourtour de la chambre. Le cuivre rosette, moins fusible que le bronze, n'est pas aussi promptement attaqué par les gaz de la poudre : la lumière conserve ainsi plus longtemps ses formes, et, le grain pouvant être remplacé, il prolonge la durée de la bouche à feu. L'axe de la lumière fait un angle de 12° avec une perpendiculaire à l'axe de l'âme et aboutit à la partie supérieure de la charge. Afin que le *téton* du grain de lumière ne soit pas vissé dans l'épaisseur du cul du mortier, l'orifice intérieur de la lumière est éloigné de 0^m,0186 du fond de la chambre. La *partie cylindrique* du grain est noyée dans l'épaisseur du métal, qu'elle affleure extérieurement ; sa *partie filetée* est logée dans l'épaisseur du pourtour. A l'exception du mortier de 13, toutes les bouches à feu en bronze ont un grain de lumière dont la partie filetée a une longueur proportionnée à l'épaisseur du métal de la bouche à feu. La lumière est formée de deux canaux cylindriques superposés et raccordés par une surface annulaire. Le cylindre du plus grand diamètre, nommé le *calice*, touche à la surface extérieure de la bouche à feu ; ses dimensions sont les mêmes dans toutes les pièces. Le canal de lumière prolonge le calice jusqu'à l'âme ; son diamètre permet l'introduction d'un dégorgeoir d'une résistance suffisante. Dans toutes les bouches à feu, à l'exception du mortier de 13, ce diamètre est invariablement de 0^m,0083. Le calice a une longueur de 0^m,0196 et 0^m,0087 de diamètre.

Mortier de 20. — La chambre du mortier de 20 est cylindrique ; le *fond hémisphérique* facilite son nettoyage. Une portion de sphère raccorde la chambre avec l'âme ; l'arête vive, intersection de la chambre et du raccordement, se dégrade bientôt. Le vent n'étant pas annulé comme dans le mortier précédent, le centre de gravité du projectile n'est pas dans l'axe

de la bouche à feu : nous en verrons plus loin les conséquences ; et les gaz de la poudre, agissant sur une faible partie de la surface du projectile, le brisent quelquefois dans l'âme. Dans le tir à faible charge, les chambres cylindriques donnent de plus grandes portées que la chambre tronc-conique : car la bombe se déplace plus tardivement et permet à la poudre de se comburer en totalité. Avec ces chambres il y a aussi une moindre déperdition de calorique sur le petit segment du projectile qui ferme l'entrée de la chambre. Dans une chambre longue, la quantité de poudre enflammée durant les premiers instants, et qui doit vaincre l'inertie du système, est plus faible : cela explique ce fait d'expérience, que les chambres dont la longueur est le triple du diamètre donnent un recul moins étendu. La chambre de notre mortier a, non compris le fond, une longueur égale à son diamètre ; celui-ci est d'environ un demi-calibre.

La longueur de l'âme est d'un calibre et six dixièmes. Le *pourtour* est cylindrique comme la chambre qu'il enveloppe ; une *gorge* le réunit au *listel postérieur* du renfort, arrondi en arrière ; la *volée*, séparée du renfort par sa *gorge postérieure* et le *listel antérieur* du renfort, est renforcée à son extrémité par une *plate-bande* comprise entre deux *gorges* et deux *listels*.

L'épaisseur du métal au *pourtour* est égale au diamètre de la chambre.

Dans tous les mortiers, l'axe des tourillons est à hauteur de l'axe de la bouche à feu. Au mortier de 20, les tourillons sont entièrement situés sur le *pourtour* de la chambre : par conséquent, ils sont plus reculés et plus éloignés de l'anse qu'au mortier de 29 ; et comme ils ne doivent pas supporter des chocs aussi violents, on s'est dispensé de renforcer leurs embases. La prépondérance de la *volée* est d'environ la moitié du poids de la bouche à feu : le faible poids de la pièce permettait cette augmentation, qui procure plus de stabilité sans rendre trop pénible le soulèvement de la *volée*.

La bouche à feu pèse 14 bombes vides.

L'axe de la lumière part du point d'intersection du pourtour, avec une perpendiculaire à l'axe de l'âme, tangente au fond de la chambre, et se dirige, sous l'inclinaison de $23^{\circ} \frac{3}{4}$, à une perpendiculaire à l'axe de la bouche à feu.

Pierrier. — Aux faibles distances de la place, de la troisième parallèle par exemple, on ne peut jeter des bombes dans le chemin couvert : il y aurait danger de blesser les servants et les défenseurs de la tranchée par les éclats des projectiles qui, lancés en tous sens, reviendraient dans la batterie. D'un autre côté, les bombes ne répartissent pas leurs effets sur une assez grande étendue pour être d'un bon emploi contre un rassemblement d'hommes. Dans ces circonstances, il est plus utile de lancer avec le pierrier et le mortier à boulets un grand nombre de projectiles peu coûteux, en les éparpillant sur une surface plus étendue; ces bouches à feu ne pouvant tirer qu'à faible charge pour ne pas briser leurs projectiles, on a pu les couler en fonte de fer.

Le pierrier est, à proprement parler, la bouche à feu primitive; il doit être d'un fort calibre pour contenir une grande quantité de pierres ou de grenades. Ces projectiles seraient certainement brisés, si la charge du pierrier n'était pas extrêmement réduite; c'est pourquoi on a donné à la chambre une très-faible capacité : elle peut contenir un kilogramme de poudre. Pour diminuer le recul, on a fait la chambre de forme tronc-conique, à fond plan et arrondi; son raccordement avec l'âme est tronc-conique contre la chambre et annulaire vers l'âme. La longueur de l'âme est d'un calibre et un quart. Le *cul* est sphérique et le *pourtour* tronc-conique; postérieurement, le renfort est en portion de surface annulaire, comme le raccordement de la chambre et de l'âme; la *gorge* et le *listel* du renfort le séparent du pourtour; on a supprimé les listels de la volée, qui se termine par une *plate-bande chanfreinée*. Les tourellons n'ayant pas grand effort à supporter, leurs embases ont

été remplacées par des renforts antérieurs à *pans coupés*. Les tourillons, étant portés à l'extrémité postérieure de la bouche à feu, augmentent la prépondérance et s'opposent plus efficacement au soulèvement de la volée lorsque les pierres choquent la partie supérieure de l'âme.

L'axe de la lumière, dirigé perpendiculairement à la génératrice supérieure de la chambre, aboutit au point de contact de cette génératrice et de l'arrondissement du fond.

Au pourtour, le métal a un peu plus d'un quart de calibre d'épaisseur. Le renfort porte l'*empatement* du *pivot* de l'anse ; le pivot est *chanfreiné* et percé d'un *œil*, pour recevoir le *boulon* ; l'anse, en fer forgé, est articulée au moyen de ses *deux rosettes*, traversées par le boulon, à *tête hexagonale chanfreinée*, assujetti par son *écrou* sur le pivot.

La bouche à feu ne pèse que 625^k, ou dix à quinze fois la charge de pierres qu'elle peut lancer.

Mortier à boulets. — Le mortier à boulets est destiné à lancer des boulets pleins sous une grande élévation et à de plus grandes distances que le pierrier. Sa chambre, de même forme que celle du pierrier, est raccordée à l'âme par une surface annulaire ; la vive arête de la chambre est sujette à de promptes dégradations. La capacité de la chambre permet d'y placer une charge de 3^k de poudre : proportionnellement à sa largeur, elle est moins longue que la chambre du pierrier. L'âme a près d'un calibre et demi de longueur. Le *cul* est sphérique, le *pourtour* tronc-conique, et le *renfort*, cylindrique, est arrondi à sa partie postérieure. Les moulures de la volée sont les mêmes qu'au pierrier. Une moitié des tourillons est portée par le cul, l'autre moitié tient au pourtour. Le *pivot* de l'anse s'appuie sur le renfort et sur le pourtour ; à cela près, il est, ainsi que l'anse, mais en plus grande dimension, semblable aux parties analogues du pierrier.

L'axe de la lumière est dirigé du point de contact de la génératrice supérieure de la chambre, avec la surface de rac-

cordement du fond, au point de rencontre du fond prolongé et de la génératrice supérieure du pourtour. L'épaisseur du métal au pourtour, égale à la longueur de la chambre, est un peu supérieure à un demi-calibre; le mortier à boulets pèse 1510^k ou vingt à vingt-cinq fois sa charge de boulets.

Mortier de 13 ou mortier Coehoorn. — Ce petit mortier de bronze, créé en 1674, était destiné par son inventeur, l'ingénieur Coehoorn, à la défense des places, pour accabler l'assiégeant de feux courbes peu dispendieux; il fut bientôt ajouté au matériel de siège.

Nous avons deux espèces de mortiers de 13; ils ne diffèrent que par la chambre : cylindrique dans les uns, elle est tronc-conique dans les autres. Le fond de la chambre est en calotte sphérique. L'âme a un calibre et deux dixièmes de longueur. Le cul du mortier est coulé sur une *plaque rectangulaire* percée de deux *trous carrés*. La faible épaisseur du métal au pourtour s'oppose à l'application d'un grain de lumière; et l'on a supprimé le calice de la lumière, parce que le mode d'amorce de cette bouche à feu ne comporte pas l'emploi d'un artifice de même espèce qu'aux autres mortiers.

L'axe de la lumière, perpendiculaire à celui du mortier, aboutit à 0^m,0065 du fond de la chambre; le diamètre du canal est de 0^m,0033.

Les mortiers de 13 n'ont pas de tourillons; ils sont établis à demeure, sous 45°, sur un plateau ou *semelle* en bois de chêne, qui leur sert d'affût. Un logement incliné, entaillé dans la semelle, reçoit une partie du mortier et sa plaque; deux *chevilles* à tête ronde, en fer, assujettissent le mortier sur la semelle et la traversent obliquement; leurs écrous portent sur une *plaque-rosette*, et sont logés dans une entaille pratiquée perpendiculairement à l'axe des chevilles, en dessous de la semelle.

Le pourtour de la chambre est cylindrique; le renfort ou le *ventre*, en portion de sphère, affecte la forme du raccorde-

ment de la chambre et de l'âme; on retrouve dans la volée toutes les moulures de la volée du mortier de 20.

La semelle est entaillée à l'avant et à l'arrière pour recevoir les écrous et les plaques-rosettes de quatre *chevilles à piton*, qui traversent verticalement le plateau et fixent deux *poignées* en fer avec *rouleaux*, destinées à permettre le transport de tout le système par deux hommes. Deux *boulons d'assemblage* traversent horizontalement la semelle et resserrent les fibres du bois. La bouche à feu pèse sept fois son projectile, et le poids de la semelle ne s'élève qu'à 32^k; tout le système pèse donc 67^k. Le recul de ce mortier est très-étendu; l'affût est quelquefois renversé sens dessus dessous et lancé à quelques pieds de distance.

**Affûts des mortiers de 29 et 20 centimètres; des pierriers
et mortiers à boulets.**

Les premiers affûts de mortiers étaient un simple bloc de bois; actuellement ils sont à flasques.

On emploie en Belgique quatre numéros d'affûts à flasques: le n° 1 est destiné au mortier de 29, le n° 2 au mortier de 20, le n° 3 au mortier à boulets, et le n° 4 au pierrier. Ces affûts diffèrent fort peu les uns des autres.

On ne pouvait songer à monter les affûts de mortier sur des roues, parce que, portant des bouches à feu très-légères, qui tirent, sous de grands angles et quelquefois à forte charge, des projectiles d'un poids considérable, ils ont un recul très-borné. L'action de la bouche à feu s'exerce donc presque verticalement sur l'affût, et s'il y avait des roues, elles seraient écrasées.

L'affût est formé de deux flasques parallèles, de fonte; deux *entretoises* de chêne, assemblées par embrèvement pour éviter le déversement des flasques, empêchent leur rapprochement; les entretoises sont assez longues pour donner aux flasques un peu plus d'écartement qu'aux embases de la bouche à

feu. Deux *boulons à écrous*, trois à l'entretoise de devant de l'affût de 29 du mortier à boulets et du pierrier, traversent de part en part chaque entretoise et les flasques, et empêchent leur écartement. Les entretoises ne fatiguent que dans le sens de leur longueur, il était inutile de les faire de fonte. Les deux boulons extrêmes, l'un à la *tête*, l'autre à la *queue* des flasques, sont terminés par des *douilles* en tronc de cône, formant *tenons de manœuvre* sous lesquels on applique les leviers pour avancer ou reculer l'affût; des *entailles*, pratiquées aux extrémités inférieures des flasques, facilitent les mouvements latéraux du système. Dans le même but, le dessous des flasques de l'affût n° 1 forme un angle obtus dont le sommet est situé sur la verticale du centre de gravité du système; les autres affûts, étant moins lourds, n'exigeaient pas cette disposition. Deux entailles, pratiquées dans le dessus des flasques, servent, la première, d'*encastrement* pour le *tenon* du coussinet de pointage, pièce de bois dont les *échancrures* reçoivent et donnent appui à la partie antérieure de la bouche à feu; quand le mortier repose sur l'échancrure la moins profonde, son axe est incliné de 60°, il fait un angle de 45° avec l'horizon lorsque la bouche à feu s'appuie dans la plus profonde, et l'on pointe la bouche à feu sous 30°, en enlevant le coussinet et laissant appuyer la volée sur l'entretoise de devant, échancrée dans ce but. Le coussinet de pointage est consolidé par deux *plaques* de fer, fixées au moyen de *rivets*.

Le second encastrement de chaque flasque reçoit un tourillon de la bouche à feu. L'axe de l'âme et celui des tourillons étant situés dans le même plan, la quantité p disparaît des formules du chapitre précédent; il en est de même de θ , qu'on peut regarder comme nul. Par suite, la pression des sus-bandes se réduit à $S = U - mV \sin \varphi$. Or cette force a peu d'intensité, parce que d'une part V et φ étant considérables, le terme négatif augmente, tandis que de l'autre le terme $U = \frac{m}{l} V$, p' dimi-

nue : les sus-bandes n'auraient donc pas grande fatigue à supporter; voilà pourquoi on n'en a pas donné aux affûts de mortier. Il n'y a d'exception que pour le pierrier, et cela se conçoit. En effet, de tous les affûts de mortier, celui du pierrier est le plus léger comparativement au poids de sa bouche à feu; d'autre part, les tourillons placés à l'extrémité de la pièce donnent à p' sa valeur maximum; de l'augmentation de V , et de p' résulte l'accroissement de U , c'est-à-dire une plus grande tendance au soulèvement de la volée, qu'augmente encore la réaction provenant de l'échappement des gaz par la lumière, dont le bras de levier est ici un maximum : si l'on n'avait pas maintenu les tourillons du pierrier par des sus-bandes, ils auraient donc été exposés à sortir de leurs encastrements; deux *étriers* de fer, fixés par quatre *boulons* avec écrou à l'extérieur des flasques, assujettissent les sus-bandes.

La position horizontale des encastrements des tourillons permet de disposer l'axe de la bouche à feu sous une inclinaison quelconque, sans opération préalable.

Les flasques sont plans à l'intérieur; extérieurement, un *renfort* augmente leur solidité dans la direction de l'effort du recul de la bouche à feu, et des *dégagements* les allègent (les flasques de l'affût du mortier de 20 sont plans des deux côtés); enfin, en dessous de chaque entretoise, on a fixé deux *crochets de manœuvre* servant au transport de l'affût.

Si l'on manquait d'affûts de fonte, on pourrait en confectionner de bois; mais il faudrait faire appuyer la bouche à feu sur son affût par toute la surface de sa partie postérieure, par ses tourillons et ses embases, afin que l'effort se répartisse sur une assez grande surface pour ne pas écraser le bois. Les affûts de bois pèsent moitié moins que ceux de fonte, et ne fatiguent pas autant les plates-formes.

Pour apprécier la valeur de nos affûts de mortier, examinons-les au point de vue du tir, du service et de la solidité.

L'affût permet de placer la bouche à feu sous toutes les inclinaisons utiles. Pour obtenir l'inclinaison de 15° , on établit la plate-forme sous 15° , en contre-pente, le mortier reposant sur l'entretoise de devant. Les tenons de manœuvre et les entailles des flasques permettent les changements de direction. Dans l'intérêt de la précision du pointage, il serait à désirer qu'on réduisit le jeu des embases de la bouche à feu entre les flasques.

Le peu d'élévation de la tranche du mortier facilite l'introduction de la charge : l'affût du mortier à boulets et celui de 29 centimètres sont de même hauteur. L'affût est stable, car la direction de l'effort sous lequel il tend à se renverser rencontre le sol en dedans du polygone d'appui des flasques; en outre, il est assez prolongé antérieurement pour s'opposer à la rotation du système autour de la ligne d'appui des têtes de flasques par l'effet de la réaction du sol : l'affût du mortier à boulets est le plus long, parce que l'encastrement des tourillons est élevé d'environ 50 centimètres au-dessus du sol, c'est-à-dire $0^m,14$ plus haut qu'à l'affût de 29. Le recul est peu étendu. Vers la partie inférieure, on a augmenté la largeur des flasques; de cette manière, la plate-forme est comprimée sur une plus grande étendue et il y a moins de chance d'écraser les lambourdes.

Aux affûts de 29 et de mortier à boulets, l'épaisseur des flasques est la même : elle est plus considérable qu'aux autres affûts, et suffisante pour ne pas détruire la plate-forme sous l'effort maximum de l'affût, qui se développe quand le recul est nul, c'est-à-dire sous l'angle de tir de $71^\circ 34'$ sur plate-forme sèche, ou de $75^\circ 57'$ sur plate-forme mouillée. L'angle sous lequel l'affût ne recule pas se détermine en remarquant que la valeur V , de la vitesse du recul est nulle quand $\cos \varphi - f \sin \varphi = 0$ ou $\cos \varphi = f \sin \varphi$, l'affût étant placé sur plate-forme horizontale, comme le sont ordinairement les mortiers.

Si l'affût était établi sur une plate-forme inégale, le flasque appuyant ses extrémités sur des lambourdes plus élevées que les autres, de telle sorte que son milieu ne soit pas soutenu et porte à faux, il pourrait se briser.

L'affût n° 1 pèse, avec son coussinet, 1,19, le poids de sa bouche à feu étant pris pour unité; l'affût n° 2, 1,60; celui du mortier à boulets et l'affût du pierrier pèsent quelques kilogrammes de plus que leur bouche à feu. Le poids considérable des affûts de mortier leur fait éprouver beaucoup de fatigue; c'est afin de compenser cet excès qu'on leur a donné une grande solidité en les coulant d'un métal dont la résistance à l'écrasement est très-grande.

L'affût est garanti des influences atmosphériques par les couches de peinture dont on recouvre toutes ses parties, tant internes qu'externes. La première couche est composée de céruse, d'huile de lin crue, d'un peu d'huile cuite et de noir de fumée. Lorsque cette couche de fond est bien sèche, on applique sur le bois une deuxième couche, contenant un peu plus de noir de fumée; sur le fer, la seconde couche ne contient que du noir de fumée et de l'huile cuite. Les parties en bois de tous les autres affûts destinés aux canons et aux obusiers reçoivent une troisième couche de peinture. Ces couches doivent être de peu d'épaisseur et uniformément étendues; il faut avoir soin de débarrasser, au préalable, les ferrures de l'oxyde qui les couvre, et de remplir avec du mastic les fentes ainsi que les joints du bois.

Mode de chargement des mortiers. — Quatre servants et un chef de pièce pointeur sont nécessaires au service des mortiers de 29, pierriers et mortiers à boulets; deux servants suffisent aux mortiers de 20 et de 13. Cette différence tient à ce qu'aux gros mortiers un homme nettoie l'âme et un autre met le feu à la charge; aux petits mortiers, le même servant réunit ces deux fonctions; les autres servants sont pourvoyeurs.

Ces hommes sont munis de différents objets, tels sont : un

sac à étoupilles, deux *manchettes*, un *jeu de dégorgeoirs* et un *étui à lance* avec *couteau*. Sur deux chevalets plantés en terre, à droite de la bouche à feu, sont placés les *armements* suivants : un *écouvillon à brosse* avec *curette*, et un *écouvillon en peau de mouton*, muni également d'une *curette* pour nettoyer la chambre du mortier; un *refouloir* à *spatule* sert à presser la poudre dans la chambre. D'autres assortiments sont encore nécessaires.

On destine quatre *leviers ferrés* à la manœuvre de la bouche à feu (deux leviers suffisent au mortier de 20, et au mortier de 13 il n'en faut pas). Un *boute-feu*, muni d'un *couvre-mèche*, conserve le feu; et un *porte-lance* allonge l'artifice employé à la communication du feu à la charge; ces deux instruments sont fichés dans le sol en arrière de l'épaulement, et on loge dans l'épaulement même un *baril à bourse*, où sont renfermées les charges, diverses *mesures*, et une *boîte à pulvérin*.

On place les bombes sous un prélat, derrière la batterie, dans un endroit à l'abri du feu; et près du dépôt des projectiles, il y a deux *crochets à main* (pour les bombes de 29), un *panier* contenant un *linge*, et une *peau de mouton* nécessaire pour sécher l'âme du mortier ou pour nettoyer la bombe : quelques grains de sable interposés entre sa surface et la paroi de l'âme suffisant pour occasionner un accident.

Le sac à étoupilles renferme les artifices employés pour communiquer le feu à la charge. Il consiste en une *poche* en cuir, dont le *rabat* porte intérieurement une *boutonnière* servant, avec le *bouton* en cuir de la poche, à la fermeture du sac; le jeu de dégorgeoirs, composé de deux dégorgeoirs dont l'un est ordinaire et l'autre terminé en vrille, est engagé horizontalement dans des trous du rabat. Le dégorgeoir ordinaire, formé d'une tige métallique d'une longueur proportionnée à l'épaisseur du pourtour de la chambre, se termine d'un côté en pointe et de l'autre en anneau; une *courroie* assujettit le sac à étoupilles autour de la ceinture du servant.

Les manchettes protègent le vêtement du chef de pièce quand il introduit la bombe dans l'âme.

L'étui à lances est un cylindre de fer-blanc, long de 25 centimètres et d'un décimètre de diamètre, avec *couvercle à charnière*; une *banderole*, engagée dans quatre *crampons* rivés à l'étui, l'enveloppe latéralement et inférieurement, et le suspend au cou de l'homme. L'étui renferme des lances à feu, second artifice nécessaire à l'inflammation de la charge.

L'écouvillon à brosse se compose d'une hampe de bois, longue de 0^m,84, et terminée à l'une de ses extrémités par un tronc de cône, recouvert de soies de porc et semblable de forme à la chambre du mortier; les crasses ou les corps étrangers sont extraits de la chambre au moyen d'une curette de fer fixée à l'autre extrémité de la hampe. La tête du second écouvillon est de plus fortes dimensions et recouverte d'une peau de mouton.

L'une des extrémités de la hampe du refouloir est terminée par une tête cylindrique, avec laquelle on tasse la poudre dans la chambre; la spatule portée par l'autre extrémité sert à nettoyer le pourtour intérieur de la chambre.

Un levier ferré consiste en une pièce de bois, longue de 1^m,96, d'un diamètre de 0^m,072 au gros bout et de 0^m,046 au petit; la *pince*, extrémité du gros bout, est armée, au-dessus et au-dessous, d'une *ferrure à talon* fixée par des *rivets*.

Le boute-feu, formé d'une hampe d'une longueur de 0^m,53, est terminé à sa partie inférieure par une *virole* pointue, et porte à sa partie supérieure une ferrure bifurquée à mi-longueur, pour se transformer en deux lames formant ressorts: ces lames, terminées en langue de carpe, sont onduées et présentent trois logements pour recevoir le cordage porte-feu. On recouvre le feu, et on le préserve du vent ou de la pluie en adaptant sur le boute-feu un couvre-mèche en tôle; le corps cylindrique de cet appareil porte à sa partie supérieure deux demi-cylindres dirigés vers le bas et inclinés à 45° sur son

axe; un *couvercle* terminé supérieurement par un cône, de dimensions un peu plus fortes que l'extrémité des lames du boute-feu, est articulé à charnière au cylindre principal; deux autres demi-cylindres fixés à la base du couvercle recouvrent les premiers, et complètent ainsi les deux canaux cylindriques dans lesquels on passe le cordage porte-feu quand le couvre-mèche est engagé par sa partie inférieure, ouverte, sur le boute-feu.

Le porte-lance diffère du boute-feu par la garniture de son extrémité supérieure, qui se compose d'une douille en fer, formant un tuyau dont l'un des côtés est à charnière; l'autre, fixe, porte une *broche* en pointe, et un *anneau* mobile glisse sur le tuyau.

Un baril en bois d'une hauteur de 0^m,44 et ayant au milieu 0^m,10 de moins en largeur, dont l'extrémité supérieure ouverte est entourée d'une *bourse* de cuir fermant à coulisse et clouée sur son pourtour, constitue le baril à bourse.

La boîte à pulvérin, de fer-blanc, est cylindrique et fermée à sa partie supérieure par un *tamis* avec *anneau* de cuivre; un *couvercle* la surmonte.

Les crochets à main, nécessaires pour le transport des bombes de 29, sont terminés par une *poignée*: le tout est en fer.

Connaissant les armements et assortiments nécessaires au chargement des mortiers, voyons maintenant de quelle manière on procède à cette opération.

Le mortier, établi sous l'inclinaison convenable pour le tir, est amené vers le milieu de la plate-forme destinée à le porter. Le chef de pièce visite la lumière, et un servant nettoie la chambre avec la curette ou avec la spatule, sèche l'âme au moyen du linge, puis écouvillonne. Le chef de pièce verse alors dans la chambre la charge de poudre, préparée au magasin à poudre situé à proximité; il a soin de laisser toujours tomber la poudre de la même hauteur, et de l'égaliser, parallèlement à l'entrée de la chambre, avec le refouloir.

Il s'agit ensuite de placer le projectile.

Afin de communiquer une plus grande vitesse aux projectiles du mortier à boulets et du pierrier, on interpose un *plateau* entre la charge de poudre et les projectiles. Le plateau pour mortier à boulets, de bois de chêne ou d'orme, pesant 7^k,60; a 0^m,146 d'épaisseur; il remplit exactement le fond du mortier; ses deux *bases* sont raccordées latéralement par une portion de surface annulaire, engendrée par un arc de cercle dont le centre est situé sur la base supérieure; le diamètre du plateau s'approche autant que possible de celui de l'âme. Par économie et pour empêcher que le bois se courbe en séchant, le plateau est formé de deux disques de bois collés l'un sur l'autre, leurs fibres dirigées perpendiculairement entre elles, et assujettis par quatre chevilles également de bois, et collées : ces chevilles affleurent la petite base du plateau, qu'elles traversent perpendiculairement d'outre en outre.

L'épaisseur du plateau pour pierrier, analogue au précédent, est réduite à 0^m,065; son poids ne dépasse pas 5^k,70; le raccordement des deux bases affecte, comme le fond de l'âme du pierrier, la forme d'une partie de surface annulaire tangente à un tronc de cône; les dimensions de la petite base du plateau sont, comme au précédent, égales à celles de l'entrée de la chambre.

Après avoir décoiffé, avec le couteau, la fusée de la bombe et les amorces des balles à feu ou à éclairer, les servants essuient avec le linge la surface du projectile et l'introduisent lentement dans l'âme, du côté opposé à la fusée (les bombes de 20 et de 13 centimètres, ainsi que les balles à feu, étant plus légères, sont introduites par le chef de pièce). Le chef de pièce rectifie la position du projectile dans la bouche à feu, dispose la fusée suivant l'axe et les anses parallèlement aux tourillons, dégage ensuite les brins de mèche de la fusée et les saupoudre de pulvérin.

Dans les premiers temps de l'invention de l'artillerie, les

mortiers lançaient des projectiles pleins ; bientôt on introduisit l'usage de projectiles creux formés de deux hémisphères de bois réunis au moment du tir ; plus tard on les fit de pierres évidées, et enfin on les coula en cuivre avant d'employer la fonte à cet usage.

Le projectile employé avec le mortier à boulets consiste en une charge de 50 à 85^k de balles d'un kilogramme (celles d'obusier de 20) rangées, par le chef de pièce, en couches égales et le plus régulièrement possible sur le plateau.

Le poids de chaque pierre lancée avec le pierrier ne peut excéder 1^k,50 ; on en prend un certain nombre pour former une charge de 50^k au plus. En les disposant sur le plateau, le chef de pièce doit avoir soin de remplir exactement les interstices laissés par les pierres des premières couches.

On projette quelquefois avec le pierrier une charge de 52^k, formée de 28 grenades de 6 : il faut les décoiffer à l'avance et les ranger sur le plateau, les fusées tournées en dehors et saupoudrées de pulvérin.

Le mortier à boulets peut aussi lancer des pierres, comme le pierrier peut être employé à jeter des balles. Dans ce dernier cas, le tir est d'un plus grand effet moral ; mais il est plus coûteux, et l'on peut manquer de balles, tandis qu'il sera toujours possible de se procurer des pierres.

Avant les expériences récentes exécutées à Ostende, on disposait les projectiles du mortier à boulets et du pierrier dans un panier ; par la suppression de ce panier la portée est plus grande et les projectiles sont moins dispersés.

Le chargement effectué, on balaye la plate-forme, et quand on aura procédé au pointage, comme nous le verrons dans le livre suivant, il ne restera plus qu'à amorcer la bouche à feu. Pour cela, après avoir dégorgé la lumière, le chef de pièce y introduit un petit artifice appelé *étoupille*.

L'étoupille est formée d'un cartouche de papier enroulé dont les dimensions diffèrent peu de celles du calice de la

lumière. Ce cartouche est chargé de poudre d'infanterie, concassée et fortement tassée : suivant l'axe, on a ménagé un vide tronc-conique dont la grande base est vers le bas pour faciliter le dégagement des gaz et accélérer la combustion de l'étoupille, qui ferait long feu si la composition n'était pas percée dans toute sa longueur ; un *rebord* en papier, collé sur la paroi supérieure et externe du cartouche, maintient la ligature en fil gris qui assujettit la *coiffe* de gaze : cette coiffe recouvre l'*amorce* de pulvérin humecté d'eau-de-vie, placée à la partie supérieure de l'étoupille pour faciliter son inflammation par la gerbe de feu que projette la *lance à feu*.

Au pierrier, au mortier à boulets et au mortier de 13, on amorce avec un bout de mèche de communication introduit dans la lumière, afin de donner ainsi au servant chargé de mettre le feu le temps de se retirer pour éviter les accidents : sans cette précaution, il pourrait être atteint par le recul ou par les éclats des projectiles, qui se brisent quelquefois en sortant de la bouche à feu.

Selon toute apparence, l'invention de l'étoupille, en remplacement du pulvérin, employé autrefois pour amorcer, date du siège de Bruxelles en 1650.

La lance à feu, artifice destiné à enflammer l'étoupille, se compose d'un cartouche de papier ayant 0^m,28 de longueur et rempli d'un mélange fusant de salpêtre, de soufre, de pulvérin et d'huile de lin. Cette composition a la propriété de se comburer assez lentement et de donner une flamme vive et ardente que ne peuvent éteindre ni le vent ni la pluie. La lance est emmanchée à l'extrémité du porte-lance : on relève la partie à charnière du tuyau de la douille, on place la lance dans la partie fixe, y faisant pénétrer la broche, on abat la partie mobile, et l'on glisse l'anneau par-dessus.

La lance est allumée à la mèche assujettie sur le porte-feu. Ce troisième artifice nécessaire pour communiquer le feu à la charge est un cordage de 0^m,01 à 0^m,015 d'épaisseur, préparé

de manière à conserver le feu en le propageant lentement d'une extrémité à l'autre : il suffit, pour lui donner cette propriété, de faire bouillir le cordage dans une lessive de chaux vive et de cendres de bois, ou de le laisser tremper dans une dissolution d'acétate de plomb.

Canons de siège.

Le calibre des canons de siège doit être assez fort pour renverser des obstacles très-résistants, et leur poids sera assez considérable pour ne pas hâter la destruction de l'affût. Ces bouches à feu tirent ordinairement à embrasures; elles en dégraderaient promptement les joues, si la volée ne pénétrait d'environ 60 centimètres dans l'intérieur de l'épaulement. Les canons ne peuvent cependant avoir une longueur totale plus grande que 3 mètres, pour ne pas rendre leur chargement trop pénible.

Anciennement les canons employés à l'attaque des places étaient de bois, cerclés de fer et de tôle; on les forma ensuite d'un faisceau de barres de fer soudées ensemble, puis en fer forgé, en fonte, et enfin, au quinzième siècle seulement, peu de temps après l'adoption des boulets de fonte, on les coula en bronze.

Il est extrêmement rare que dans un siège l'angle de tir des canons dépasse 12° au-dessus, ou 10° au-dessous de l'horizon; nous ne demanderons pas à l'affût de plus fortes inclinaisons. La lourde masse de ces canons de gros calibre serait très-difficile à déplacer, si la crosse ne présentait des points d'application aux leviers employés pour disposer la bouche à feu dans la direction du tir. Les canons tirent ordinairement sous des angles peu ouverts; il en résulte que, si l'affût n'élève pas suffisamment sa bouche à feu au-dessus du sol, de petites irrégularités du terrain gêneront le tir ou le pointage; et il faudra entailler une profonde embrasure dans l'épaulement. L'élévation

de la bouche à feu a cependant une limite réglée par la hauteur de la poitrine d'un homme de taille ordinaire; l'introduction du projectile dans la bouche à feu serait très-pénible, si sa bouche dépassait la hauteur de 1^m,30 environ.

Dans l'intérêt de la conservation du système comme pour la facilité du service de la bouche à feu, sans être trop étendu le recul doit l'être assez pour dispenser de porter la pièce à bras en arrière, avant d'en opérer le changement. Si le recul était très-étendu, la pièce serait poussée fort loin de l'épaulement, c'est-à-dire qu'il faudrait ménager un large terre-plein en arrière. D'après cela, il semblerait que l'affût doit être peu mobile; mais lorsque l'on a égard aux conditions de transport et d'armement des batteries, on s'aperçoit qu'il y a utilité incontestable d'établir l'affût en forme de voiture, susceptible de transporter sa bouche à feu et d'être manœuvré à bras d'hommes à travers les tranchées.

Ainsi, procurer à la bouche à feu une amplitude de tir de 12° au-dessus de l'horizon à 10° en dessous, présenter des points d'application pour les leviers de manœuvre, élever suffisamment la bouche à feu, jouir d'une certaine mobilité, donner la possibilité d'augmenter le frottement sur le sol quand la pièce est en batterie, et offrir une grande solidité pour résister au tir à forte charge, sont les principales qualités qui distinguent un bon affût pour canon de siège. Observons encore que toutes les parties du matériel destinées aux mêmes fonctions doivent avoir, autant que possible, la même forme et les mêmes dimensions dans les divers modèles d'affût; de cette manière, la confection de ces pièces se fait plus promptement, avec plus de précision, et les approvisionnements ainsi que les réparations s'exécutent facilement.

Chez la plupart des nations, le canon de 24 est aujourd'hui le plus gros calibre employé dans les sièges; en Belgique, les canons de 18 et de 12 sont également destinés à ce service.

Le vent de nos canons de siège varie entre $0^m,0029$ à $0^m,0027$; et augmente avec le calibre.

Les trois canons de siège sont semblables; donner la description de l'un d'eux, c'est donc faire celle des autres.

L'âme est cylindrique et terminée par un plan à *raccordement* annulaire. La nécessité de faire pénétrer tous les canons de la même quantité dans l'embrasure oblige de leur donner à tous la même longueur totale; c'est pourquoi l'âme du canon de 24 a 20 calibres de longueur, celle du 18 en a $21 \frac{1}{2}$, et le canon de 12 a une longueur d'âme de 24 calibres. Les canons de siège sont de toutes les bouches à feu les plus longues; les mortiers sont les plus courtes. La culasse est terminée par un *bouton de culasse* du diamètre du boulet; son *collet*, précédé d'un *listel*, donne attache aux cordages dans les manœuvres de force; le *listel* du *cul-de-lampe* réunit le collet à la *plate-bande* de *culasse*, entaillée d'un *cran de mire* à sa partie supérieure; un *tore* et un *listel* terminent antérieurement la culasse.

La surface extérieure des canons est divisée en plusieurs troncs de cône; le changement brusque d'épaisseur de la paroi qui en résulte semble peu judicieux: si l'on s'est arrêté à cette forme, c'est sans doute afin d'allonger la partie antérieure et pour donner à la partie postérieure de la bouche à feu une plus forte épaisseur que si elle était formée d'un seul tronc de cône. Le *premier renfort* constitue le pourtour de la charge, il porte une *gorge* à son origine et se termine par une *plate-bande*; sa longueur est divisée inégalement en deux parties par une *ceinture* comprise entre deux *listels*. Après le premier renfort vient le *second renfort*, séparé du premier par sa *doucine*; il finit également par une *plate-bande* qui le raccorde avec la *volée*. Celle-ci commence, comme le second renfort, par une *doucine*; à partir du *listel* antérieur de son *astragale*, elle augmente d'épaisseur pour former le *bourrelet en tulipe*. Le *collet* du bourrelet est étranglé; son *listel* et sa *gorge* précèdent la *tranche à la bouche*, plan limite du canon.

Supposant la longueur de la bouche à feu, culasse non comprise, divisée en vingt et une parties égales, le premier renfort en compte six, le second quatre, et la volée onze.

Les renforts et la volée étant en tronc de cône, l'épaisseur des parois de la pièce diminue de la culasse à la bouche. La plus grande épaisseur règne au pourtour de la charge, où elle est de $\frac{1}{2}$ de calibre; à la bouche elle n'est plus que de $\frac{1}{4}$ (indépendamment du bourrelet). L'épaisseur de la culasse, depuis le fond de l'âme jusqu'à la partie postérieure de la plate-bande, est d'un calibre. Elle est comparativement plus faible qu'aux mortiers, parce que les canons tirent sous des angles moins ouverts.

La détermination de l'épaisseur des parois en fonction du calibre des bouches à feu, dont les charges sont, proportionnellement au poids du projectile, égales entre elles, établit dans tous les canons à peu près le même rapport entre la résistance à la rupture et la tension des gaz à la poudre.

La plate-bande de culasse forme un tronc de cône dont les génératrices sont tangentes au bourrelet en tulipe. Le diamètre maximum de celui-ci est un peu plus faible que le diamètre antérieur de la plate-bande de culasse; la tangente à la partie supérieure de la bouche à feu se trouve donc inclinée à l'axe de l'âme; quand nous traiterons du tir des bouches à feu, nous verrons qu'il eût mieux valu établir la génératrice supérieure du métal parallèlement à cet axe.

Les *tourillons* sont situés vers l'extrémité antérieure du second renfort; leurs *embases*, cylindriques à la partie supérieure, enveloppent concentriquement la moitié des tourillons, et affectent inférieurement la forme de deux portions de cylindre, dont la génératrice commune est tangente à la surface extérieure de la bouche à feu. Cette arête vive à la partie inférieure des embases facilite le déplacement de la bouche à feu quand elle est posée sur chantier.

L'axe des tourillons est placé aux $\frac{4}{7}$ de la longueur de la pièce,

culasse non comprise. D'après cela, en faisant abstraction du frottement des tourillons dans leurs encastresments, la for-

mule $p = \frac{d}{l} P$, dans laquelle p désigne la pression de la bouche

à feu sur la vis de pointage, d la distance du centre des tourillons au centre de gravité de la bouche à feu, l la distance des tourillons au point d'appui de la plate-bande de culasse sur la vis de pointage, et P le poids de la bouche à feu, nous donne pour la pression de la culasse sur son appui $\frac{1}{10}$ du poids de la bouche à feu au canon de 24, $\frac{1}{13}$ au canon de 18, et $\frac{1}{17}$ au canon de 12. Nous voyons que la prépondérance ne suit pas la raison inverse du calibre, comme cela devrait être; car la pièce du plus grand poids a précisément la plus forte prépondérance : aussi l'élévation de la vis de pointage est-elle très-difficile au canon de 24. Cette prépondérance n'est généralement pas assez forte pour empêcher l'abaissement de la volée quand le projectile bat la paroi inférieure de l'âme. On a suppléé à son insuffisance en abaissant l'axe des tourillons d'un demi-calibre au-dessous de l'axe de la bouche à feu; par cette disposition, on a en même temps exhaussé la bouche à feu au-dessus du sol, sans beaucoup élever l'affût; et d'autre part, répartissant sur trois points l'action de la bouche à feu, on a soulagé les tourillons. L'augmentation du frottement de la crosse sur le sol qui résulte de l'abaissement des tourillons s'oppose au recul trop étendu qu'occasionneraient les roues de l'affût.

On a donné aux tourillons un peu moins d'un calibre pour diamètre, et autant en longueur, afin d'étendre l'action de la bouche à feu sur une plus grande surface.

Le second renfort porte, en outre, deux *anses* à sa partie supérieure, un peu en arrière des tourillons; placées au centre de gravité de la bouche à feu, les anses facilitent sa manœuvre, et en leur donnant un calibre d'écartement à la base, on n'interrompt pas, dans les limites de l'inclinaison possible des tourillons, le rayon visuel tangent à la partie supérieure de la bou-

che à feu. Quand la pièce est suspendue par ses anses, elle reste horizontale. Les anses sont semblables à celles du mortier de 29.

La lumière est percée dans le premier renfort entre sa ceinture et la plate-bande de culasse ; les dimensions intérieures du calice et le diamètre du canal nous sont connus. Son axe est perpendiculaire à l'axe de l'âme ; aboutissant à 0^m,0131 du fond, toutes les parties du sachet qui contient la charge sont expulsées à chaque coup, et le boulet ne se déplace qu'après l'entière inflammation de la poudre.

Le canon de 24 pèse 240 fois son projectile ; les canons de 18 et de 12 pèsent, le premier, 260 projectiles ; le second, 292 : c'est-à-dire d'autant plus qu'ils sont d'un moindre calibre, conformément aux principes de construction.

A l'exception du 12, les calibres des canons de siège remplissent assez bien les conditions de permettre l'emploi des mêmes bouches à feu aux différentes périodes de l'attaque : le 24 convient parfaitement à l'armement des premières batteries pour le tir à ricochet, et aux secondes batteries pour le service des batteries de brèche ou des contre-batteries.

Affûts des canons en bronze de 24, 18 et 12.

On a construit un affût particulier pour chaque canon de siège ; il y a donc, dans notre matériel de siège, trois numéros d'affûts : tous sont de la même forme et ne diffèrent entre eux que par le poids et les dimensions.

Pour réunir les conditions de mobilité et de solidité, certaines parties principales de l'affût, au nombre de quatre, sans compter les roues, ont été faites de bois ; telles sont : les deux flasques, la flèche et le corps d'essieu.

Les flasques, montés sur le corps d'essieu de bois, sont élevés au-dessus du sol au moyen de deux roues assujetties à se mouvoir autour des fusées de l'essieu de fer encastré dans le corps d'essieu.

La flèche, longue pièce formant levier, interposée entre les deux flasques, appuie sa *tête* sur le corps d'essieu et repose par sa *crosse* arrondie sur le sol : elle tient lieu d'entretoises pour séparer les flasques, et permet de changer promptement la direction du tir. Cette manœuvre est facilitée par l'adjonction d'un *levier de pointage* introduit par son gros bout dans un *sabot* ou *manchon de pointage* en tôle, après avoir été engagé dans l'*anneau carré de pointage*, fixé à *charnière* sur la *crosse* par une *cheville*. Dans l'affût français, ces moyens d'application des leviers de pointage sont remplacés par deux tenons de manœuvre établis latéralement à la *crosse*.

Nous verrons plus tard que la flèche facilite le tournant de la voiture. L'évidement pratiqué à la partie supérieure de la tête de flèche augmente le champ de tir sous l'horizon, et le délairement de sa partie inférieure reçue dans une entaille du corps d'essieu de bois rapproche l'axe du canon de l'essieu sans trop compromettre la force de la flèche, qui d'ailleurs est consolidée par la *bande de renfort de flèche*, appliquée en-dessous et au milieu de la longueur de l'essieu. Cette bande est fixée par les trois *chevilles de tête de flèche* à tête noyée; l'une d'elles traverse l'essieu. On aurait peut-être pu se dispenser de la bande, si déjà la flèche n'était affaiblie par les trois *boulons d'assemblage à tête ronde* qui traversent la flèche et les flasques pour empêcher l'écartement de ces derniers. Le *crochet* de la tête du boulon postérieur porte la *chaîne d'enrayage*, fixée par son extrémité sous la flèche.

De chaque côté, entre les flasques et la flèche, trois *rondelles* de fonte ménagent un vide, afin d'empêcher l'humidité et la boue de séjourner en cet endroit. Ces rondelles, traversées par les boulons d'assemblage de flasque et de flèche, fatiguent beaucoup : elles transmettent l'effort de la bouche à feu à l'affût. La rondelle postérieure s'oppose surtout à la rotation des flasques autour de leur point d'appui sur l'essieu ; comme elle souffre plus que les autres, pour la consolider on lui a

donné des *tenons* eustrés dans le flasque et dans la flèche.

Les boulons d'assemblage ont également de grands efforts à supporter; souvent ils fléchissent, quelquefois ils se brisent. Les rondelles d'assemblage sont peut-être nuisibles sous ce rapport en donnant naissance à un couple qui agit pour courber les boulons.

On a disposé les flasques de manière que les fibres du bois résistent par leur adhésion dans le sens de l'effort qui tend à les séparer. Le dessus des flasques porte les *encastresments des tourillons*; ceux-ci reçoivent presque toute l'action de la bouche à feu. Afin qu'ils ne soient point déprimés par le tir, il a fallu les garnir de *sous-bandes* en fer : ces ferrures enveloppent également la tête et le dessus des flasques jusqu'à la *crosse* et augmentent leur solidité. A la partie inférieure des flasques on a pratiqué une *entaille* peu profonde pour recevoir le corps d'essieu : dans le but d'augmenter le champ de tir de la bouche à feu, et pour allonger la crosse en reportant le centre de gravité de l'affût plus près de l'essieu, cette entaille a été pratiquée en arrière de l'encastrement des tourillons. Deux *bandes d'essieu et de flasque*, placées en-dessous, relient les flasques au corps d'essieu. Les sous-bandes supportent la première action de la bouche à feu, elles doivent donc être très-solides et bien assujetties sur les flasques : c'est pourquoi on les maintient au moyen de vingt et un *clous d'application* et de cinq *chevilles* sur chaque flasque. Ces chevilles traversent d'outre en outre les flasques et assujettissent en même temps les bandes d'essieu et de flasque, qui leur servent de rosette. Les deux chevilles du milieu de chaque flasque sont à *tête en champignon* ; les deux premières ont une *tête pyramidale et percée* pour recevoir les *clavettes des sus-bandes*; une *chaînette à touret avec crampon* fixe une clavette à chaque flasque. L'écrou de la seconde cheville de flasque, dirigée obliquement à la bande d'essieu et de flasque, porte sur une *rosette en talus*. Les *pitons* de la partie supérieure des sus-bandes donnent attache à deux *chai-*

nettes de clavettes. La cinquième cheville de flasque, placée à l'extrémité des sus-bandes, est encore destinée à un autre usage qui a déterminé la forme particulière de sa tête. Elle prend le nom de *cheville-arrêtoir*, parce que, dans le but de rendre la crosse plus maniable, on a placé l'encastrement des tourillons très-près de l'essieu; or, comme nous le verrons plus loin, cette disposition nuit au transport en chargeant trop fortement l'essieu. Il a donc été nécessaire de disposer la dernière cheville de flasque pour recevoir le tourillon pendant les marches; la culasse s'appuie alors sur un *coussinet-porte-culasse*, assujetti sur la flèche par deux *chevilles* à tête carrée et encastree. La *chaîne d'enrayage* prend attache à un piton de la *plaque-rosette* de ces chevilles.

Le corps d'essieu, de bois, contient l'essieu de fer, supplée à l'insuffisance du rayon des roues pour exhausser la bouche à feu, et consolide le système en rendant ses parties solidaires les unes des autres. Deux *étriers d'essieu* le relie à l'essieu de fer.

A hauteur de la culasse de la bouche à feu, la flèche porte un *écrou* de bronze, encastree et assujetti par deux *chevilles*. La culasse repose sur la *tête* arrondie de la vis de pointage en fer à filets carrés; pour élever ou abaisser à volonté la vis dans son écrou et donner à la bouche à feu l'inclinaison convenable, on agit sur les *manivelles* de sa partie supérieure. En courbant les manivelles vers le haut, on évite qu'elles touchent les flasques, tout en leur donnant une longueur suffisante. L'axe de la vis de pointage est, à fort peu près, vertical.

L'invention de la vis de pointage remonte à 1650; avant, on donnait l'élévation à la bouche à feu au moyen de coins.

La flèche est percée, antérieurement au coussinet de culasse, d'un *canal* cylindrique pour la vis de pointage lorsque la bouche à feu est dans ses encastrements de route; un *fourreau* de toile peinte, fixé sous la flèche au moyen d'un *anneau* en cuir et de *clous*, prolonge le logement de la vis et garantit son extrémité

de la boue et des chocs. Vers la *crosse*, dont l'extrémité est garnie d'un *bout de crosse* en tôle, on a pratiqué une *lunette* au-dessous de la flèche; la lunette est une ouverture cylindrique, renforcée d'une *lunette de cheville ouvrière* en fer, assujettie par deux *chevilles* à tête encastrées dans le fer. La partie supérieure de la flèche porte, au-dessus de la lunette, la *contre-lunette*, servant de rosette aux écrous des chevilles. Cette lunette reçoit dans les transports la *cheville ouvrière* qui réunit l'affût à l'avant-train, voiture à deux roues à laquelle est appliquée la puissance motrice. Dans l'*anneau d'embrelage*, rivé sur la lunette, s'engage le *crochet* de la *chaîne d'embrelage* de l'avant-train.

Comme on ne possède pas toujours des bois d'un assez fort équarrissage, on est quelquefois obligé de faire la flèche de deux parties, placées jointivement l'une à côté de l'autre et reliées par quatre *goujons* en fer avec entaille aux arêtes; un *boulon d'assemblage de flèche*, à écrou rond noyé dans le bois, consolide vers la crosse l'assemblage des deux parties.

Deux *plaques de frottement* de roues placées sur les côtés de la flèche, entre la vis de pointage et le coussinet, la garantissent de l'usure lorsque, dans les tournants, une roue de l'avant-train frotte contre la flèche.

Les *roues* étaient déjà en usage dans la construction des affûts cent cinquante ans après l'invention des bouches à feu; elles supportent l'essieu et toute la partie antérieure du système, facilitent le recul de l'affût et le rendent propre au transport; la faible ouverture de l'angle de tir des canons ne les expose pas à être brisés par les chocs de la bouche à feu sur son affût. Une roue se compose de trois parties principales : un *moyeu* de fonte reçoit la *fusée* de l'essieu; une *couronne* de bois, formée de six *jantes* réunies deux à deux par un *goujon* de bois, et douze *rais* droits également de bois, forment les rayons qui vont du moyeu à la couronne. Un *cercle de roue*, en fer, enveloppe la circonférence de la roue, la consolide et

la garantit de l'usure provenant du sol. Le rais pénètre de toute sa largeur par sa *patte* dans la *mortaise* du moyeu, en appuyant ses *épaulements* sur le *bouge*; la *broche* cylindrique du rais termine son autre extrémité et s'introduit dans le *trou* de la jante; tout autour de la broche règnent des *épaulements*. La surface tronc-conique formée par la face interne des rais prolonge la face intérieure des jantes. La section du *corps* des rais est courbe du côté de l'affût et amincie extérieurement.

Douze *clous rivés*, avec *contre-rivures*, maintiennent les fibres des jantes, pour les empêcher de se fendre. Un *boulon de cercle*, placé normalement au milieu de chaque jante, assujettit le cercle de roue.

- Les *corps* de l'essieu en fer, cintré à sa partie supérieure et plan en dessous, a une section prismatique; il est aminci au milieu et percé d'un *trou* pour recevoir la première cheville de tête de flèche. Ce trou, fait à la forge, a refoulé le métal des deux côtés, de sorte qu'au milieu du corps de l'essieu le métal forme un renflement qui contribue à le maintenir dans son encastrement du corps d'essieu en bois. A partir du milieu jusqu'aux *épaulements*, la section du corps de l'essieu augmente en hauteur; au delà, l'essieu change de forme, il devient tronc-conique et conserve une section circulaire jusqu'à ses extrémités. L'axe des deux *fusées d'essieu*, extrémités tronc-coniques de l'essieu, est incliné vers le bas; le *trou d'esse*, percé près du petit bout de chaque fusée, reçoit l'*esse*, qui maintient la roue sur la fusée; l'*esse* porte un *garde-boue* et un *trou de lanière*.

Entre le *gros bout* du moyeu et l'épaulement d'essieu on interpose une *rondelle d'épaulement*, pour garantir le moyeu de l'usure produite par les arêtes de l'essieu, et pour assujettir l'essieu en fer dans le corps d'essieu en bois. Une *rondelle de bout d'essieu*, placée entre le *petit bout* du moyeu et l'*esse*, protège l'autre extrémité du moyeu. Nous renvoyons l'étude approfondie des roues et des essieux au chapitre

qui traite spécialement des conditions d'un transport facile.

Destinée à augmenter la résistance opposée au mouvement quand l'affût doit descendre une pente, la chaîne d'enrayage est placée à droite de l'affût, du côté des conducteurs de l'attelage. Elle prend attache par son *anneau à charnière* au piton assujéti en dessous de la flèche, et on la suspend au *crochet* maintenu par le dernier boulon sur la face externe du flasque de droite. La chaîne se compose d'une suite de *mailles* en fer, et se termine par un *étrier d'enrayage* également de fer, mais en partie recouvert de cuir. Quand la roue est enrayée, un *bout de chaîne à crochet*, fixé à l'étrier, s'engage dans un *anneau* porté par l'une des mailles.

Nos affûts de siège donnent à leur bouche à feu toutes les élévations utiles. En conservant la vis de pointage, on peut tirer avec

le 24 sous l'angle de $11^{\circ}\frac{1}{2}$ au-dessus de l'horizon et 9° au-dessous.

18	,	13°	,	8°	,
12	,	14°	,	$7^{\circ}\frac{1}{2}$,

et en ôtant la vis de pointage ces inclinaisons deviennent pour les différents affûts :

de 14° au-dessus de l'horizon, et 12° au-dessous, à l'affût de 24

$14^{\circ}\frac{1}{2}$,	$12^{\circ}\frac{1}{2}$,	18
17°	,	10	,	12

On pourrait encore augmenter l'élévation en plaçant dans la direction du tir un madrier sous chaque roue.

La tendance au soulèvement de l'affût, produite par l'élévation de la bouche à feu et l'abaissement des tourillons, détermine une forte compression de la crosse sur le sol. Le frottement qui en résulte, joint à la résistance au recul opposée par les roues, donne naissance à des frottements que la force de recul ne parvient pas à vaincre dans le tir à faible charge. Il faut donc diminuer le frottement du sol, en disposant l'affût sur une plate-forme de bois; mais alors, dans le tir à forte

charge le recul est souvent assez étendu pour faire descendre l'affût de sa plate-forme. Pour obvier à cet inconvénient, on limite le recul en inclinant la plate-forme en contre-pente. La plate-forme simplifie d'ailleurs l'opération du pointage, empêche les roues de s'enfoncer dans le sol et soulage l'affût. Le recul est parfois très-considérable, et souvent dans les batteries de brèche, où l'on tire à forte charge, on est obligé de borner le recul par des moyens particuliers; la nécessité s'en fait surtout sentir quand la plate-forme est mouillée.

L'élévation de la bouche à feu au-dessus du sol est convenable, elle facilite le pointage et n'exige pas une embrasure trop profonde; la hauteur de genouillère est de 1^m,16 au canon de 24, 1^m,17 au canon de 18, et de 1^m,18 à celui de 12.

L'affût est construit pour présenter la plus grande résistance dans le sens horizontal, parce que c'est dans cette direction qu'il supporte la plus forte action de la bouche à feu, à cause du peu d'ouverture de l'angle de tir. La direction oblique du système transmet au sol la composante verticale du recul; celle-ci est d'autant plus faible que l'angle formé par la flèche et le sol est moins ouvert: c'est pourquoi l'on a donné d'autant plus de longueur à l'affût, qu'il est destiné à porter une bouche à feu d'un plus fort calibre.

Conformément aux principes de construction, le poids de nos affûts pour canons de siège suit la raison inverse du calibre de leur bouche à feu. Ainsi, l'affût pour canon de 24 pèse 0^m,48: le poids de la bouche à feu étant pris pour unité; les affûts de 18 et de 12 pèsent respectivement 0^m,59 et 0^m,70.

L'angle initial de soulèvement de ces affûts est d'environ 4 à 5° degrés au-dessus de l'horizon; dans le tir en brèche, exécuté ordinairement au-dessous de l'horizon et à forte charge, l'affût sera donc soulevé à chaque coup, et les essieux fatigueront beaucoup; l'inclinaison en contre-pente de la plate-forme diminue un peu le soulèvement. Il y a également soulèvement de la culasse, parce que l'abaissement des tourillons

donne à la pression sur la vis de pointage une intensité suffisante pour faire jouer l'élasticité de la flèche : par suite de la tendance au soulèvement des tourillons, les sus-bandes ont de grands efforts à supporter. Le jeu des embases de la bouche à feu entre les faces internes des flasques ne dépasse pas 0^m,002 à 0^m,003 ; de sorte que, dans le cas le plus défavorable, les plans de symétrie de la pièce et de l'affût étant peu distants l'un de l'autre, l'affût n'a pas de tiraillements à supporter.

Les flasques se brisent quelquefois à leur partie antérieure, suivant les fibres du bois, dans la direction de l'angle rentrant antérieur de l'encastrement du corps d'essieu, à la tête du flasque, sous l'effort intense qu'ils supportent dans le tir horizontal : on peut en partie attribuer cet effet à la grande inertie des roues. Le poids des roues a cependant été réduit à la limite assignée par la solidité qu'elles réclament, pour porter le poids considérable de la bouche à feu et de l'affût réunis.

Il suffit d'examiner la direction des forces qui tendent à disjoindre les assemblages, pour reconnaître qu'ils sont généralement bien entendus.

On a évité la multiplicité des rechanges, en adoptant un seul modèle pour certaines pièces destinées aux mêmes fonctions dans les différents numéros d'affûts. Les affûts pour canons de 24, 18 et 12 emploient le même essieu, les mêmes roues du poids de 520^k, la même vis de pointage et le même écrou.

Mode de chargement des canons de siège. — Le service des canons de siège demande cinq servants et un chef de pièce.

On remarque beaucoup d'analogie entre la disposition des armements et assortiments, ou dépendances nécessaires au chargement des canons, et le placement des accessoires employés au service des mortiers. Les boulets sont empilés à la gauche, les bouchons à la droite de la bouche à feu, contre l'épaulement et près de la plate-forme.

Il y a cinq armements : un *écouvillon à brosse*, un *écouvillon*

en peau, un refouloir, une lanterne et un tire-bourre. Le baril à bourse ne contient pas de mesure, mais on y joint un gargoussier. Un doigtier est ajouté au sac à étoupilles. Cinq leviers ordinaires servent aux mouvements de l'affût, pour le mettre en batterie, hors batterie, et lui donner la direction.

La hampe des écouvillons et du refouloir est d'une longueur proportionnée à celle du canon; une de ses extrémités est terminée par la *tête d'écouvillon* ou de *refouloir*, de forme cylindrique; une *chevillette* de bois retient la hampe dans son logement de la tête, consolidée postérieurement par une *virole* de cuivre. Avec le refouloir, on comprime la charge au fond de l'âme et on la pousse, ainsi que le projectile, jusqu'à son emplacement.

La lanterne servait autrefois à l'introduction de la charge; aujourd'hui, que l'on ne charge plus les canons à poudre nue, cet armement est employé au déchargement de la bouche à feu et pour la nettoyer : si les sachets dans lesquels on renferme les charges venaient à manquer, on pourrait rendre à la lanterne ses anciennes fonctions. Elle se compose d'une hampe, terminée à l'une de ses extrémités par une *tête* de bois semblable à la tête du refouloir, sur laquelle on a enroulé et assujetti avec des clous une partie de cylindre en cuivre, dont une portion de la surface supérieure est retranchée. L'épaisseur de cette feuille de cuivre est plus faible que le vent du boulet, en sorte que pour l'amener à la bouche quand il est au fond de l'âme, on introduit la lanterne sous le projectile et on la retire en imprimant un léger mouvement de rotation à sa hampe.

Lorsque le boulet est enlevé, on ramène la charge de poudre au moyen du tire-bourre. Cet instrument se compose également d'une hampe, surmontée d'une espèce de tire-bouchon qu'on engage dans le sachet de la charge pour la conduire à la bouche du canon. On garantit les pointes du tire-bourre, quand on n'a pas occasion de s'en servir, en le

retournant sur sa hampe; dans ce but, l'extrémité de la hampe porte une *douille à vis* assujettie par trois rivets, et on engage le tire-bourre proprement dit sur la vis en le maintenant par un *écrou à cornes*.

Le tire-bourre est formé d'un disque de fer, percé au centre d'un trou taraudé; des extrémités d'un des diamètres du disque, s'élèvent deux pointes de fer d'une longueur de 0^m,35, enroulées en spirale et enlacées.

Le gargoussier, boîte dans laquelle on abrite la charge pendant le trajet du magasin à poudre au canon, est de bois : sa base carrée a 0^m,18 de côté, et la boîte a une hauteur de 0^m,31. Un *couvercle à emboîtures* ferme sa partie supérieure ouverte; une *anse* de corde, arrêtée par deux nœuds sous les *oreilles* placées à mi-hauteur de la boîte, traverse les bords du couvercle et permet de l'élever ou de l'abaisser à volonté.

Le dégorgeoir est nécessaire pour percer le sachet de la charge lorsqu'elle est au fond de l'âme; sa longueur est proportionnée à l'épaisseur de la paroi, et son diamètre est un peu inférieur à 0^m,0053.

Pour éviter les répétitions en décrivant le mode de chargement des canons de siège et des autres bouches à feu, nous dirons seulement en quoi il diffère du chargement des mortiers.

La pièce étant placée hors de batterie, sa bouche à 0^m,50 de l'épaulement et vers le milieu de la plate-forme, on la met de niveau. Avant de commencer le feu, on visite immédiatement la pièce avec la lanterne et le dégorgeoir, puis on la *flambe*.

Un levier est engagé dans l'anneau carré et dans le sabot de pointage. Pendant que deux servants écouvillonnent, le pointeur ferme, avec le doigtier, l'orifice extérieur de la lumière après l'avoir visitée.

La charge, pesée dans le magasin à poudre, est introduite à l'aide d'un entonnoir et bien tassée dans un *sachet* cylin-

drique de serge, couturé avec du fil de poil de chèvre : malgré son prix élevé, ce tissu doit être préféré, parce que la laine attire peu l'humidité, se déchire difficilement et a la propriété de ne pas conserver le feu ¹.

Le sachet, apporté dans le gargoussier, est introduit dans la bouche à feu et poussé au fond de l'âme avec le refouloir. Entre la charge et le projectile on interpose un *bouchon* de foin, et on le conduit sur la charge en même temps que le boulet ou la boîte à balles (le culot du côté de la charge).

Pour le tir à ricochet, on ne met pas de bouchon entre la charge et le boulet, afin de ne pas diminuer l'action de la charge, déjà très-faible, et parce que le bouchon, particulièrement destiné à conserver la bouche à feu, est inutile quand on tire à charge réduite.

Sur le boulet on refoule trois coups égaux pour diminuer le volume de la poudre.

Le mode de chargement par la bouche n'est pas exempt de danger; on diminue les chances d'accident en bouchant hermétiquement la lumière pendant qu'on écouvillonne le canon et pendant son chargement. Pour fermer la lumière et empêcher le courant d'air qui rallumerait les parcelles enflammées restées dans la bouche à feu, on se sert du doigtier de peau rembourrée : une *lanière* l'assujettit au poignet du pointeur, quand il y a introduit le doigt du milieu de sa main gauche. Anciennement on employait des refouloirs à manche courbe; on les a abandonnés parce qu'ils ne compensaient par une plus grande sûreté les difficultés de fabrication et la lenteur de leur emploi. On a également imaginé des canons se chargeant par la culasse : jusqu'à ce jour aucun des systèmes proposés n'a paru praticable.

¹ Par économie, nous employons ordinairement, au lieu de sachets, des *gargousses* formées d'un cylindre de papier, avec fond circulaire de serge.

Les premiers boulets étaient de pierre, et aujourd'hui les Turcs emploient encore des boulets de marbre. Le défaut de densité de la pierre lui avait fait substituer le plomb ; mais on fut obligé de l'abandonner parce que ce métal est trop mou.

C'est en 1378 qu'on coula les premiers boulets en fonte.

Pour éparpiller sur le sol la poudre qui pourrait être tombée pendant le chargement, on nettoie la plate-forme avec le balai. Il ne reste plus ensuite qu'à mettre la pièce en batterie, en s'aidant des leviers, et en dirigeant avec le levier de pointage la bouche au milieu de l'embrasure, à pointer, dégorgier et amorcer au moyen de l'étoupille décrite plus haut.

Obusier de siège.

L'invention des obusiers date du dix-huitième siècle ; elle est généralement attribuée aux Hollandais.

Les premiers obusiers étaient longs, et on les employait depuis longtemps à la guerre de campagne quand on les introduisit dans le matériel de siège ; mais pour ce service on fut obligé de les raccourcir, parce que, pour placer convenablement l'obus au fond d'une âme longue, il eût fallu le fixer à un sabot. Or, le sabot ne peut être employé dans le tir des bouches à feu de siège, car ses éclats pourraient blesser les travailleurs et les troupes situées dans la direction du tir. Afin que l'on puisse placer l'obus à la main, la longueur de l'âme des obusiers de siège ne doit donc pas dépasser la longueur du bras. Il est utile que l'obusier de siège soit établi de manière à permettre indifféremment l'emploi de fortes ou de faibles charges. Le peu de longueur des obusiers et leur faible poids font supporter de très-grands efforts à l'affût ; par conséquent, cette bouche à feu exige un affût très-solide. Pour le reste, les conditions particulières des affûts de canons sont applicables aux affûts d'obusiers.

Nous n'avons, en Belgique, qu'un seul obusier de siège : il

est du calibre de 0^m,20, et l'obus a un vent moyen de 0^m,0041.

L'âme cylindrique est terminée par une *chambre* de même forme à *fond hémisphérique*. L'emploi d'une chambre était obligatoire, à cause de la faible charge que l'on est forcé d'employer avec cette bouche à feu pour ne pas briser l'obus dans l'âme; d'autre part, la légèreté de la bouche à feu résultant de son raccourcissement, et le poids considérable du projectile, rendraient cette bouche à feu très-destructible pour son affût, si l'on employait une forte charge, et si par l'adoption d'une chambre on ne diminuait l'action de la bouche à feu sur la machine. L'hémisphère postérieur de l'obus s'appuie contre la zone sphérique, *raccordement* de l'âme et de la chambre. Le diamètre de la chambre est égal au calibre du boulet de 6, et l'âme n'a que $3\frac{1}{2}$ calibres de longueur pour la limiter à la longueur du bras de l'homme. Cette bouche à feu tient, sous le rapport de la longueur, le milieu entre les canons et les mortiers.

L'âme est fermée postérieurement par la *culasse*; au tore de culasse près, que l'on a supprimé, elle est composée identiquement des mêmes parties que la culasse des canons de siège; le *bouton* de culasse a un demi-calibre de diamètre.

La surface extérieure de l'obusier se compose de trois cylindres superposés : le premier et le troisième, formant l'un le *pourtour*, l'autre la *volée*, ont le même diamètre. Une *gorge* réunit le pourtour au *listel* de la culasse; par sa *gorge antérieure*, le pourtour est réuni au *renfort*; celui-ci occupe l'emplacement de l'obus dans l'âme : d'un plus grand diamètre que la volée, il consolide la paroi au point où elle a beaucoup à souffrir. Le renfort est légèrement arrondi à sa partie postérieure; cet arrondissement est précédé d'un *listel*; un second *listel* occupe l'extrémité antérieure. La volée est semblable à la volée du mortier de même calibre.

Les génératrices de la plate-bande de culasse sont tangentes à la plate-bande de volée.

L'obusier, destiné au tir à faibles charges, n'exige pas une grande épaisseur en métal : à la culasse, la paroi a trois quarts de calibre; d'un demi-calibre d'épaisseur au pourtour, elle est d'environ un huitième plus considérable que le diamètre de la chambre; au renfort, l'épaisseur de la paroi est un peu supérieure à un tiers de calibre, et à la volée elle est de plus d'un quart. L'épaisseur au pourtour de la chambre est, très-probablement, plus considérable que ne l'exige la résistance d'un tube d'aussi petit diamètre que la chambre; mais en la diminuant on aurait affaibli le poids de la bouche à feu, déjà beaucoup trop légère.

Le renfort porte les *tourillons* et les *anses*.

Il résulte du peu de longueur de la bouche à feu que la distance des tourillons à la vis de pointage est très-faible; par suite, l'obusier a beaucoup de tendance à se soulever : on devrait donc lui donner une très-forte prépondérance qui, dans une bouche à feu aussi légère, est illimitée. Mais, loin de là, on a beaucoup rapproché l'axe des tourillons du centre de gravité, en sorte que la prépondérance de la culasse n'est que le quatorzième du poids de la bouche à feu. Si l'on a ainsi compromis en partie la solidité de l'affût en ne s'opposant pas, au moyen d'une forte prépondérance, au soulèvement de la culasse, c'est parce que l'on a voulu donner à l'obus, au moment où il se met en mouvement, une position voisine des tourillons, afin qu'il ne puisse choquer la paroi postérieurement aux tourillons et occasionner ainsi la rupture de l'affût; mais pour diminuer autant que possible la tendance au soulèvement de la culasse et la fatigue de la vis de pointage, on a exhaussé les tourillons, en rapprochant leur axe jusqu'à 0^m,012 de l'axe de la bouche à feu. Les tourillons supportent donc une grande partie de l'effort du recul, c'est pourquoi on leur a donné un grand diamètre, malgré la faible charge de la bouche à feu.

Les *embases* des tourillons et les *anses* ont la même forme qu'aux canons; toutefois le diamètre des tourillons n'étant

que d'environ un demi-calibre, la partie inférieure des embases n'est pas tangente au dessous de l'obusier.

La lumière perce obliquement la partie supérieure du pourtour ; son axe part d'un point situé à 0^m,03 de la partie antérieure de la gorge du pourtour, et se dirige vers la chambre sous un angle de 14°, avec une perpendiculaire à l'axe de l'âme.

L'obusier de siège, étant très-court, dégrade beaucoup les embrasures. Sous ce rapport, il y aurait donc utilité à l'allonger, d'autant plus qu'en même temps on augmenterait son poids ; il pourrait alors tirer à plus forte charge, communiquerait à l'obus une force vive plus considérable, tirerait plus juste et serait moins désastreux pour son affût. Notre obusier de siège est le plus léger de toutes les bouches à feu de même espèce des artilleries européennes ; il pèse trente-trois obus vides.

Affût d'obusier de siège.

Le nouveau système d'affût de siège n'est pas assez solide pour résister au tir de l'obusier de siège, c'est pourquoi on a provisoirement conservé pour cette bouche à feu l'affût d'ancien modèle du matériel Gribeauval.

Il se compose de deux *flasques* prolongés, en bois de chêne, reposant à l'avant sur un *essieu* de bois, supporté par deux *roues* et s'appuyant de leurs extrémités inférieures sur le sol. La face extérieure du flasque est un peu en talus, l'autre est verticale. Dans chaque flasque on distingue : la *tête*, le *corps*, le *talus*, la *crosse* et le *cintré*. Les deux flasques parallèles comprennent entre eux la bouche à feu. Les tourillons de l'obusier sont reçus dans les *encastrements*, consolidés par des *sous-bandes* prolongées de la tête à la crosse du flasque ; des *clous d'application* et cinq *chevilles* à chaque flasque assujettissent les sous-bandes. Les chevilles fixent en même temps un *étrier de flasque* et d'*essieu*, qui enveloppe la partie inférieure

du corps de l'essieu pour le réunir au flasque, et, concurremment avec des clous d'appliquage, elles assujettissent aussi une *bande de renfort de flasque*, prolongée de la face postérieure de l'essieu au milieu du dessous du flasque. La première cheville de flasque est à *tête pyramidale percée*, et la seconde à *mentonnet* : la *rosette* de celle-ci est en talus, tandis que l'étrier de flasque et d'essieu tient lieu de rosette à l'autre. Ces deux chevilles fixent et maintiennent la *sus-bande*, reliée à l'affût par une *chainette* avec *crampon*; une seconde *chainette*, fixée à la partie antérieure de l'encastrement, porte la *clavette* qui, introduite dans la *fente* de la première cheville, maintient la *sus-bande*. Deux *liens de flasque*, avec *clous d'appliquage*, empêchent la séparation des fibres des flasques. L'écartement des flasques est assuré par quatre *entretoises* de bois embrevées et six *boulons d'assemblage* à *tête en champignon*. L'*entretoise de volée* est placée vers la tête de l'affût sous la partie antérieure de la bouche à feu; l'*entretoise de mire* réunit les flasques sous la culasse et porte l'*écrou* en bronze de la vis de pointage; l'*entretoise du milieu* est un peu en arrière de la précédente; et l'*entretoise de lunette* réunit les flasques à leur extrémité : à la section pentagonale elle est percée d'un *trou* en forme de tronc de cône oblique, la grande base en dessus. Le premier boulon d'assemblage de flasques traverse en même temps l'*entretoise de volée*, les deux suivants percent l'*entretoise de mire*, le quatrième celle du milieu, et les deux suivants l'*entretoise de lunette*. A l'exception de la dernière, toutes les autres *entretoises* sont à section rectangulaire; leur plus grande dimension est dans le sens horizontal; l'*entretoise de mire* seule est disposée verticalement et creusée en demi-cercle, afin de ne pas gêner le pointage. Les *rosettes* du premier boulon portent les *crochets de manœuvre de tête d'affût*; les *crochets de retraite* appartiennent aux *rosettes* des deux derniers boulons.

La *vis de pointage*, en fer, se ment dans l'*écrou* de l'entre-

toise de mire : ses *manivelles* sont un peu recourbées vers le bas ; quatre *chevilles* à *tête pyramidale* assujettissent l'écrou.

L'entretoise de lunette est renforcée par une *plaque de lunette* et de *contre-lunette* ; des *clous d'applique* et deux *chevilles*, l'une à *tête carrée* le bout rivé en-dessous, l'autre à *tête à pignon* pour recevoir l'*anneau d'embrelage*, fixent la plaque de lunette et la contre-lunette. On engage dans l'anneau d'embrelage le *crochet* de la *chaîne d'embrelage* fixée à l'avant-train ; cette chaîne empêche la séparation de l'affût pendant la marche.

L'essieu de bois est consolidé par sept ferrures. Un *équignon*, reçu dans un encastrement pratiqué sur toute la longueur du dessous de l'essieu, lui donne de la rigidité ; deux *happes* à *virole*, percées d'un *trou d'esse*, renforcent l'extrémité des fusées tronc-coniques de l'essieu ; deux *heurtequins* garantissent de l'usure la partie supérieure des fusées à leur origine ; enfin deux *étriers d'essieu*, avec *bride* et *écrous* à la partie supérieure, consolident l'assemblage de l'équignon et de l'essieu. Deux entailles dans le corps d'essieu, prismatique au-dessus et arrondi en dessous, reçoivent les flasques ; le dessous des fusées est dans le prolongement de la partie inférieure de l'essieu.

Les roues ne sont pas construites comme celles de l'affût du nouveau modèle. Leur *couronne*, également formée de six *jantes*, est d'une section plus élevée ; douze *rais* la réunissent à un *moyeu* de bois. Les fibres du moyeu sont comprimées aux extrémités par deux *frettes*, et au milieu par deux *cordons* fixés sur le moyeu par douze *caboches*. Le logement tronc-conique de la fusée est consolidé à ses extrémités par deux *boîtes de roue* en fer ; deux *crampons* retiennent chaque boîte par leurs *oreilles*. Six *bandes de roues* en fer, assujetties sur la couronne au moyen de dix *clous de roues* chacune, enveloppent les jantes. Un *boulon rivé* traverse chaque jante en son milieu et empêche l'écartement de ses fibres. Un jour ménagé entre les bandes permet leur rapprochement quand, par suite du

retrait de la couronne, la circonférence extérieure de la roue est diminuée. Les mortaises pour les pattes des rais sont percées à jour au travers des moyeux. Le rais est un peu courbé vers sa broche, de même largeur que le rais et à section rectangulaire. Pour former la broche, on a un peu diminué l'épaisseur du rais, du côté interne, en formant un petit épaulement qui s'appuie sur la jante. La face interne des jantes est dans le prolongement de la surface de révolution formée intérieurement par les rais. Une *rondelle d'épaulement* et une *rondelle de bout de fusée* garantissent le moyeu.

Considéré sous le rapport du tir et de la solidité, l'affût d'obusier remplit assez bien les conditions de son service; cependant, pesant moitié plus que sa bouche à feu et ses fusées en bois, développant un frottement considérable dans le moyeu, son recul est ordinairement trop peu étendu pour permettre le chargement de la bouche à feu. D'un autre côté, la mobilité de l'affût n'est pas assez grande, car son tirage est considérable et il roule mal; les roues à bande se disloquent promptement; enfin les rais contre-taillés et le moyeu de bois sont peu solides. La construction de cet affût est coûteuse : elle exige une plus grande quantité de pièces de bois difficiles à trouver et demande plus de main-d'œuvre : on estime que cet affût consomme environ un sixième plus de bois que les affûts nouveau modèle, et il exige un huitième de plus de main-d'œuvre.

Mode de chargement de l'obusier de siège. — L'obusier de siège s'exécute par quatre servants et un chef de pièce.

Les obus sont placés en arrière dans un endroit à l'abri du feu. Les hampes des deux *écouvillons* portent à l'autre extrémité un *refouloir*, et la hampe de la *lanterne* est munie d'une *curette*. Il est inutile de donner un tire-bourre, puisque l'on peut retirer la charge à la main.

Il faut trois *leviers ordinaires* pour faire mouvoir l'affût, des

manchettes pour le servant qui place l'obus dans l'âme, et une *boîte à pulvérin*.

Quand l'obusier est hors de batterie, le devant des roues se trouve à un mètre de distance de l'épaulement. Le *levier de pointage* est engagé de 0^m,30 dans l'anneau d'embrelage.

La longueur et le diamètre de la tête d'écouvillon sont peu considérables; par suite, un seul homme suffit pour écouvillonner : c'est pourquoi le service de l'obusier de siège exige un homme de moins que celui des canons.

Un homme introduit de la main gauche dans la chambre le sachet qui contient la charge. Celle-ci est pressée par le refouloir, puis on introduit l'obus en le poussant contre la chambre avec la main gauche, la fusée placée dans l'axe de l'âme pour qu'elle ne se brise pas contre la paroi de l'âme; le chef de pièce rectifie la position de l'obus et saupoudre la fusée. La boîte à balles, et la balle à feu ou à éclairer, se placent de manière à opposer leur culot à la charge.

On amorce comme aux canons.



CHAPITRE IV.

ARTILLERIE DE PLACE ET DE COTE.

L'artillerie dont on garnit les ouvrages de fortification des places de guerre est principalement appelée à prolonger la durée de l'attaque, pour laisser à l'armée de secours le temps d'arriver et de faire lever le siège.

Par son tir, elle empêchera les coups de main et déjouera les tentatives d'attaque de vive force; elle tâchera de tenir l'ennemi à distance, en s'opposant à ses cheminements vers la place et à l'établissement des batteries; enfin elle appuiera les sorties.

Les projectiles de la place ruineront les travaux achevés, détruiront le matériel et les approvisionnements de l'ennemi, incendieront ses fascinages et mettront le plus d'hommes possible hors de combat.

Cette énumération abrégée des effets à produire montre que l'armement des places exige, comme l'artillerie de siège, les trois espèces de bouches à feu. Mais le choix de leur calibre n'est pas subordonné aux mêmes conditions : en effet, la grande résistance des parapets et des abris de la place, comparée à la facilité avec laquelle se laissent pénétrer les épaulements de fraîche construction qui couvrent les assiégeants,

et à la faiblesse de leur blindage donne, à calibre égal, une supériorité incontestable aux projectiles de la défense; malheureusement le poids des bouches à feu est généralement proportionné à leur calibre, en sorte que pour faciliter, selon les circonstances, l'armement et le désarmement momentanés des ouvrages, on est forcé d'abandonner une partie de ces avantages pour se rapprocher de l'égalité d'effets des projectiles. En d'autres termes, l'armement des places doit compter un plus grand nombre de calibres moyens que de gros calibres.

Les plus longs parcours du matériel, dans les places de guerre, se bornant à l'étendue des fortifications, on pourrait en inférer qu'il est inutile de donner une grande mobilité aux bouches à feu. Cependant une artillerie à la fois mobile, capable d'un grand effet, et susceptible d'être mise en batterie sans plate-forme, rendrait des services incontestables dans la défense des places. Par exemple quand, au commencement de la seconde période, dès que l'on connaît le front d'attaque, il faut joindre l'artillerie de réserve à l'armement de sûreté, pour tirer à mitraille et à boulets roulants sur l'ennemi à découvert; ou bien lorsque, à la troisième période, on est obligé de retirer la moitié des pièces établies sur les faces ricochées pour soustraire le matériel aux projectiles ennemis, alors qu'ils ont acquis de la justesse; pour ramener enfin, à la quatrième période, toutes les bouches à feu dont on peut disposer et soutenir un combat à outrance, avec quelle facilité s'exécuteraient ces déplacements, déjà très-pénibles sous le feu continu de l'ennemi, si le matériel était rendu très-maniable, et si l'on pouvait en faire immédiatement usage sans employer un temps précieux à établir des plates-formes : cette condition de légèreté, jointe à la nécessité de tirer souvent à fortes charges et d'une manière très-accélérée, désignait le bronze comme métal des bouches à feu de place. Mais, à cause du grand nombre de pièces nécessaires pour armer les places

fortes d'un État, des raisons d'économie ont fait adopter la fonte pour ce service.

L'armement des positions militaires du littoral admet sans inconvénient l'emploi des bouches à feu en fonte de fer d'un poids considérable. L'artillerie appliquée à la défense des côtes s'efforce de tenir les bâtiments au large et d'empêcher les débarquements. Les vaisseaux offrant peu de résistance à la pénétration, il est inutile d'imprimer aux projectiles une grande force vive; en revanche, s'ils ne sont d'un fort calibre, ils n'ouvrent pas des voies d'eau assez considérables dans les bordages, le trou fait par un petit projectile se refermant de lui-même. Les projectiles creux sont d'un très-grand effet lorsqu'ils éclatent dans l'intérieur des vaisseaux : c'est pourquoi l'artillerie de côte se composera principalement de bouches à feu tirant à projectiles creux, et comprendra des canons en plus petit nombre.

Mortiers.

Pour simplifier les approvisionnements, les mortiers de siège sont également employés à la défense des places et des côtes. N'ayant ni voûtes ni blindages très-résistants à enfoncer, le mortier de 20 entre en plus forte proportion dans l'armement des places que dans les équipages de siège.

Les grands effets produits par une bombe lorsqu'elle tombe sur un vaisseau inspirent beaucoup de crainte aux marins, parce qu'un seul projectile peut couler un bâtiment. On affecte plus particulièrement au service des côtes un mortier de fonte à grandes portées. Ce mortier, du calibre de 12 pouces, dit à la *Villanroy*, a une chambre en forme de poire; il est coulé sur une semelle, sous un angle invariable de 45°. Cette bouche à feu ne fait pas, à proprement parler, partie de notre matériel; elle nous est restée du temps de l'occupation française. Nous n'en donnerons pas la description; on la trouvera dans les ouvrages français.

Canons.

Le calibre des canons de place requiert des qualités essentielles : une grande portée rasante unie à une bonne justesse de tir à des distances bien connues, et un tir à mitraille efficace jusqu'à 600 mètres au moins, sont indispensables. Il est d'ailleurs superflu de donner aux projectiles plus de force vive qu'ils n'en peuvent utiliser.

Les nécessités de la défense obligent parfois de tirer avec une même pièce dans des directions très-variables d'un instant à l'autre. Comme on ne peut songer à réaliser cette grande amplitude de tir en mettant les pièces en barbette, disposition qui présente l'immense inconvénient de découvrir l'affût et d'exposer les servants, dans la plupart des cas on doit se résigner à ouvrir des embrasures à travers les parapets; or, si l'embrasure est profonde, le champ de tir de la bouche à feu est par trop limité, et le parapet perd une grande partie de sa force. La profondeur des embrasures doit donc être réduite à son minimum déterminé par la plus grande hauteur, c'est-à-dire 1^m,65, que l'on peut donner à l'affût sans beaucoup le découvrir. L'embrasure de place, étant moins profonde que l'embrasure de siège, a également moins de longueur : par conséquent, les canons de place pourront être plus courts et plus légers que les canons de siège.

Le tir des canons de place est ordinairement dirigé sur des objets immobiles : partant, pour simplifier l'exécution de la bouche à feu, on donnera de la fixité au système, et on dirigera le recul de telle sorte que le simple retour en batterie conserve à la bouche à feu sa direction primitive. La réalisation de cette dernière condition rendra le tir de nuit d'une exécution facile et assurée, et un petit nombre d'hommes suffira au service de la bouche à feu; la rareté des servants dans les places assiégées, et la nécessité d'en exposer le moins possible sur les remparts, donnent de l'importance à cette propriété des affûts.

Un système de pointage prompt et exact contribuera à permettre un tir accéléré.

Il est de la plus haute utilité d'amener sur le rempart l'affût monté de sa bouche à feu, parce que si l'opération devait se faire derrière le parapet, la machine élevée nécessaire à la manœuvre attirerait le feu de l'ennemi.

La surface de l'affût, exposée aux ricochets, et sa largeur, devront être réduites à leurs dernières limites pour placer un plus grand nombre de bouches à feu sur une face d'ouvrage et soustraire les affûts aux projectiles ennemis. La largeur de l'affût ne peut d'ailleurs excéder celle des communications entre les ouvrages de fortification.

La longueur de l'affût et l'étendue de son recul doivent être réglées de manière à ne pas intercepter le passage sur les remparts; le recul devra cependant être assez étendu pour qu'après le coup on ne soit pas obligé de porter l'affût en arrière avant d'écouvillonner la pièce.

Des points d'application pour les leviers de manœuvre sont indispensables.

Enfin l'affût sera construit pour résister aux intempéries de l'air, et une grande simplicité le rendra peu coûteux et facile à réparer, surtout dans les places assiégées, qui manquent ordinairement d'ouvriers habiles et expérimentés.

Les canons employés à la défense des côtes doivent frapper un but ordinairement très-mobile. La lutte qu'ils sont appelés à soutenir contre les masses d'artillerie des navires exige qu'ils permettent de commencer le combat à grandes distances avant que l'ennemi soit arrivé à portée d'ouvrir son feu et de lui donner quelque justesse. D'après cela, une bonne artillerie de côte devra être montée sur des affûts susceptibles de changer rapidement la direction du tir, et de suivre, pour ainsi dire, les vaisseaux en marche, afin de profiter du moment favorable; son tir devra être étendu et rasant pour profiter du ricochet, et l'on s'attachera à lui donner une grande justesse.

L'amplitude nécessaire aux canons de côte oblige de tirer le plus souvent à barbette au-dessus de l'épaulement ; il est donc, à la rigueur, inutile de leur donner autant de longueur qu'aux canons de place. Quant à leur calibre, il devra être le plus fort possible, si l'on veut que les projectiles produisent un effet notable dans les bordages et qu'ils aient une justesse suffisante.

La grande hauteur, au-dessus du niveau de la mer, à laquelle on élève les batteries de côte pour les garantir des fortes marées et les mettre à l'abri du ricochet des projectiles ennemis, oblige ordinairement de tirer de haut en bas : il en résulte que l'affût doit permettre une notable dépression de la bouche à feu. L'affût exhaussera suffisamment sa bouche à feu au-dessus du terre-plein pour mettre les servants à l'abri du tir des petites armes, et l'exécution de la pièce sera rendue aussi prompte que possible par un pointage et un chargement faciles.

Les bouches à feu occupent sur les côtes des positions déterminées ; une fois en place, elles restent longtemps en batterie : il faut donc, dans la construction de l'affût, économiser les ferrures, que les vapeurs de la mer auraient bientôt oxydées.

D'après ce qui précède, il est constant que si l'on excepte, d'une part, la condition de fixité qu'exige le tir des canons de place, et d'autre part la grande mobilité de tir nécessaire sur les côtes, toutes les conditions assignées aux affûts de place conviennent plus ou moins aux affûts de côte, et dans tous les cas ne peuvent leur nuire. Or la grande facilité avec laquelle on peut, au besoin, donner de la fixité à une machine mobile, devait nécessairement porter à ne tenir aucun compte de ces deux conditions opposées, et à adopter un même affût pour le service des places et des côtes, afin de réduire le nombre de modèles différents et simplifier ainsi les approvisionnements et les remplacements.

La résistance de l'affût de place-côte sera calculée de manière qu'il résiste au service dont il souffre le plus; le tir à forte charge et sous de grands angles se présentant sur les côtes, il faudra proportionner la force de l'affût, ayant particulièrement égard à ce dernier service.

Il faut joindre à l'armement des places des canons de petit calibre et légers, tels que ceux de campagne, pour occuper les saillants et contrarier les reconnaissances de l'ennemi.

Un certain nombre de canons de place seront montés sur affûts de siège, pour être employés particulièrement sur les parties flanquantes des fortifications et tirer par des embrasures profondes.

Le pied des batteries de côte sera flanqué par des bouches à feu de campagne tirant à mitraille contre les débarquements et sur le bastingage des hunes, ou lançant des projectiles incendiaires dans la voilure.

Nous avons quatre calibres de canons de place : le 24, le 18, le 12 et le 6 en fonte. L'armement des places comporte aussi des canons de 6 en bronze, qui faisaient autrefois partie des équipages de siège : l'âme de cette bouche à feu, entièrement semblable de forme et de proportions aux autres canons de siège, a vingt-six calibres de longueur, et son poids équivaut à celui de 310 boulets; ses tourillons, plus rapprochés de 0^m,013 vers la bouche, augmentent la prépondérance de sa culasse, et son boulet a un vent de 0^m,0032.

Sur les côtes on n'emploie pas le calibre de 6, dont les effets dans les bâtiments sont trop restreints; par contre, outre les calibres de 12, de 18 et de 24, on emploie également les canons de 36 et de 48, en fonte et en bronze. Ces derniers n'ont pas été coulés dans ce but; mais, comme aujourd'hui ils n'appartiennent à aucun autre service, on les a consacrés à l'armement de nos côtes.

Si les boulets n'avaient pas un assez grand vent, on ne pourrait tirer à boulets rouges, le calibre du boulet de 24 augmen-

tant par la dilatation de 1/70 lorsqu'il est rougi, et celui de 6 de 1/82. Pour ne pas multiplier les différentes fabrications, on a donné aux canons de place le même vent qu'aux canons de côte, et on a déterminé celui-ci en ayant égard à la nécessité de pouvoir tirer à boulets rouges et à la forte oxydation des projectiles sur le bord de la mer; le vent varie de 0^m,0034 à 0^m,004.

Afin de diminuer le nombre de bouches à feu d'espèces différentes, le même modèle de canons de 12, de 18 et de 24 sert au service des places et des côtes.

Les premières bouches à feu de fonte avaient le fond de l'âme raccordé comme dans les canons de bronze; mais on ne tarda pas à reconnaître que la culasse était souvent arrachée par l'effet du tir. C'était facile à prévoir, d'après ce que nous avons dit (page 72), et parce que la culasse est, de toute la bouche à feu, la partie qui présente le moins de ténacité: car la fonte est d'autant plus tenace qu'elle a été coulée à une température plus élevée ou que son refroidissement a été plus lent; or la culasse, étant coulée la première, par conséquent à une température moins élevée que les autres parties de la bouche à feu, arrive la première en contact avec le moule et se refroidit plus rapidement. En terminant l'âme des canons de fonte par un fond hémisphérique, on évite les rentrants, toujours dangereux avec ce métal, et l'on rapproche de la bouche le cercle de jonction du fond et de l'âme, qui appartient ainsi à une partie plus résistante du métal; puis, recevant obliquement le choc des molécules gazeuses, le fond supporte une plus faible action que s'il était dirigé normalement à la direction des gaz en mouvement. Les fonds hémisphériques présentent cependant l'inconvénient de s'opposer à ce que les charges arrivent exactement au fond de l'âme.

La longueur de l'âme est, suivant la bouche à feu, de 23, 21, 19 et 18 calibres, le nombre le plus élevé se rapportant naturellement au canon du plus faible calibre, de sorte que tous les canons de ce système ont, à fort peu près, la même longueur.

L'âme des canons de 36 et de 48 a respectivement 15 1/2 et 17 1/2 calibres de longueur.

La forme extérieure des canons de fonte est plus simple. Ne les tournant pas extérieurement, on leur a donné moins de moulure.

Le *cul-de-lampe* est tronc-conique; le diamètre du *bouton de culasse* est un peu plus fort qu'un calibre; en avant de la *plate-bande* de culasse, il y a un *listel*; les deux *renforts* n'en forment qu'un, divisé en deux parties égales par une *ceinture* : il commence par une *gorge* et finit par une *plate-bande* avec *listel*; une *gorge* marque aussi le commencement de la volée, dont l'*astragale* est remplacé par une *plate-bande*.

Les *tourillons*, plus abaissés qu'aux canons de bronze, exhaussent davantage la bouche à feu sans exiger un affût trop élevé; leur distance à la culasse a été déterminée de manière à donner aux canons de place une prépondérance plus considérable qu'aux canons de siège. Ils sont cependant situés à la même distance relativement aux deux extrémités de la bouche à feu; mais la différence d'épaisseur du métal à la culasse et à la bouche est beaucoup plus considérable dans les canons de fonte; leur diamètre, égal à celui du bouton de culasse, au 24 et au 6, est un peu plus fort aux calibres de 18 et de 12; ils ont leurs génératrices supérieures dans le plan de l'axe de la bouche à feu. La fonte étant plus cassante que le bronze, les tourillons des pièces de fonte, à peu près de même calibre que ceux des canons de siège, sont donc plus exposés à se rompre.

Les embases cylindriques sont concentriques aux tourillons; on en a retranché la portion située au-dessus du plan tangent à la partie supérieure des tourillons.

La fonte est trop cassante pour qu'on ait cru pouvoir donner des anses à ces bouches à feu.

L'axe de la lumière est incliné de la culasse à la volée sous un angle de 16° 1/2, avec une perpendiculaire à l'axe de ja

bouche à feu. Cette inclinaison est nécessaire pour diriger la gerbe de feu de l'étopille sur la charge, si elle n'était pas poussée exactement au fond de l'âme : une plus forte inclinaison eût occasionné de prompts dégradations de la lumière. La lumière aboutit au centre du fond hémisphérique; son orifice extérieur est situé au point de rencontre d'une perpendiculaire tangente au fond de l'âme avec la surface externe; elle est forcée dans le métal de la bouche à feu. L'absence de grain est cause de la prompte dégradation de la lumière, qui s'évase bientôt et acquiert un diamètre de plus en plus grand. Son degré d'évasement indique assez approximativement le nombre de coups tirés par la bouche à feu, et fournit des renseignements sur le plus ou moins de résistance qu'elle présente.

Si les canons de place-côte sont, à peu de chose de près, du même poids que les canons de siège, malgré la forte épaisseur de paroi que la prudence commandait, c'est à cause de leur moindre longueur. Les canons de 6, 12, 18, 24, 36 et 48 pèsent respectivement 307, 290, 265, 240, 185 et 213 boulets.

Le poids considérable des canons de place rend, comme avec les canons de siège, leurs manœuvres de force très-dangereuses.

L'épaisseur du métal au fond, à la naissance de l'arrondissement hémisphérique, est de $1 \frac{1}{6}$ calibre au 24 et au 6, de $1 \frac{1}{5}$ calibre au 18 et au 12. Dans les canons de fonte, la dépression du métal à l'emplacement du boulet se forme plus lentement et n'atteint jamais autant de profondeur qu'aux canons de bronze; il en résulte que les chocs du projectile vers la bouche sont moins intenses, et qu'on pouvait réduire à un demi-calibre l'épaisseur de la paroi.

Le canon de 18, placé derrière un épaulement fait depuis longtemps, dont les terres sont bien rassises, peut avantageusement lutter contre le 24 employé par l'assiégeant : aussi le calibre de 18 est-il le véritable calibre de place, et l'on compte

une fois plus de canons de cette espèce que de 24, dans les cinq huitièmes de canons de gros calibres nécessaires à l'armement des places.

Affûts de place-côte.

Les affûts de place-côte pour canons sont tous du même modèle; il y en a de trois numéros différents, destinés aux canons de 24, 18 et 12. Les pièces de 36 et de 48 sont encore montées sur affûts de côte de l'ancien modèle (système Gribeauval) : on a cependant établi un affût de place-côte pour le canon de 48. Les canons de 6 en fer et en bronze ont chacun leur affût, construit exactement comme les affûts de siège, et pesant respectivement les 0,80 et les 0,78 du poids de leur bouche à feu.

Dans l'affût de place-côte on a substitué des flasques évidés aux flasques pleins, pour donner moins de prise aux ricochets. Chaque flasque se compose de deux pièces de bois d'un fort équarrissage : l'une, en *arc-boutant*, a ses fibres placées dans la direction de l'effort qu'elle éprouve; l'autre, montant verticalement, se trouve dans les conditions les plus favorables pour supporter par ses tourillons une bouche à feu très-pesante. L'axe du *montant* réunit le centre des tourillons au centre du corps d'essieu, sur lequel il s'appuie. Trois *entre-toises*, l'une de *volée*, l'autre de *milieu*, et la troisième de *crosse*, concourent avec cinq *boulons* à maintenir l'écartement des flasques; le corps d'essieu de bois, encastré dans la partie inférieure des montants, y contribue aussi. Les montants et les arcs-boutants sont unis au moyen de *bandes d'assemblage*, placées au-dessous de l'*encastrement des tourillons* et maintenues à l'aide de trois *boulons* : deux de ces boulons traversent l'entretoise de volée. Deux *boulons d'assemblage de montants et arcs-boutants*, avec *rosettes* ordinaires pour les têtes, et *rosettes en talus* pour recevoir les *écrous*, traversent obliquement l'assemblage de ces deux pièces. Les encastrements des

tourillons, pratiqués en partie dans les montants et en partie dans les arcs-boutants, sont consolidés intérieurement et extérieurement aux flasques par quatre *plaques de renfort*, assujetties au moyen de *vis à bois*. La bouche à feu étant très-lourde, sa prépondérance considérable, et le tir ne s'exécutant pas à aussi forte charge, les tourillons ont peu de tendance au soulèvement et l'on s'est dispensé de leur donner des sus-bandes.

Entre les entretoises de milieu et de crosse, un *tirant de bois*, assemblé sur le corps d'essieu et sur l'entretoise de crosse, et surmonté d'une *échantignolle*, porte à sa partie supérieure l'*écrou* en bronze de la vis de pointage : une *cheville* assujettit le tirant sur le corps d'essieu. La *lunette*, retenue par une *cheville* à l'extrémité du tirant, sert à réunir l'affût à la voiture qui facilite son transport.

L'assemblage du corps d'essieu dans la partie inférieure des montants, est consolidé par les *brides des bouts du corps d'essieu*, maintenues par quatre *chevilles* et par deux *boulons à tenons de manœuvre* qui traversent d'outre en outre la partie inférieure des montants : ces tenons servent de point d'application aux leviers de manœuvre. Les *crosses*, extrémités des arcs-boutants, sont recouvertes par deux *bouts de crosse* en fer, assujettis au moyen de *vis à bois*. Deux *œillets à pattes* placés sous les arcs-boutants et vers les *crosses* reçoivent un levier destiné à la manœuvre de l'affût.

Les *roues* facilitent l'armement et le désarmement des ouvrages, et sont également très-utiles pour mettre l'affût en batterie; le *moyeu*, cylindrique au gros bout, est de fonte de fer; cinq *jantes*, recouvertes d'un *cercle* de fer retenu par cinq *boulons*, forment la couronne, reliée au moyeu par dix *rais*; des *rondelles d'épaulement* et de *bouts de fusée* sont interposées des deux côtés du moyeu.

L'affût en batterie est monté sur un *châssis* de bois incliné de l'arrière à l'avant: cette disposition, introduite par Gribeauval, facilite le pointage et lui donne plus de justesse en conser-

vant à la bouche à feu, après le tir, sa direction primitive. Il suffit de donner une fois la bonne direction au tir pour être certain que les servants le continueront de la même manière; le tir de nuit ne présente aucune difficulté; et le châssis donne enfin à la bouche à feu une hauteur convenable pour tirer par une embrasure peu profonde: sans le châssis, il eût fallu élever l'affût au point de compromettre sa stabilité, à moins qu'on ne lui eût donné également une grande longueur.

L'affût reposant sur le châssis par ses moyeux et par son entretoise de crosse, entaillée à cet effet, son recul est limité et convenablement dirigé.

Le châssis pivote autour d'une *cheville ouvrière*, et sert ainsi à changer la direction de l'affût; le mouvement du châssis doit même quelquefois être très-rapide, lorsque, par exemple, on veut atteindre un navire: c'est pourquoi la partie postérieure du châssis est montée sur deux *roulettes* de fonte de fer. Les *chapes* de ces roulettes, ainsi que les *boîtes de chapes* qui les reçoivent, sont pyramidales: cette forme facilite leur séparation; les *plaques d'épaulements de tiges de chapes* protègent le châssis. Les chapes des roulettes du châssis, destiné spécialement à l'armement des côtes, ne sont pas mobiles; car, sur les côtes, on peut sans inconvénient employer une chèvre pour monter l'affût sur son châssis.

Il n'y a qu'un seul modèle de châssis pour les affûts de 24, 18 et 12: il se compose de deux *côtés*, surmontés aux extrémités de *taquets* en bois assujettis par des *chevilles*, qui limitent la course de l'affût; une *poutrelle directrice* conduit l'entretoise de crosse pendant le recul, et, au moyen d'un levier introduit dans la *frette* de son extrémité, elle facilite les chargements dans la direction du tir, en permettant de faire pivoter le châssis autour de sa partie antérieure. Les deux côtés et la poutrelle directrice sont réunis à l'avant par un *lisoir*, et, postérieurement, par deux *entretoises*, l'une de *milieu*, l'autre de *derrière*, chevillées et boulonnées. Le lisoir, renforcé par

une *bande de frottement de lisoir*, pose sur un *petit châssis* formé de deux *semelles* assemblées à mi-bois, surmontées d'un *plateau* circulaire de bois recouvert d'une *plaque* de fonte de fer, assujettie par quatre *chevilles*. La cheville ouvrière, à *clavette*, est reçue dans le lisoir après avoir traversé le petit châssis. Le plateau est assemblé avec les semelles au moyen d'entailles à recouvrement pour préserver les joints de l'humidité. Le grand châssis pèse 744 kilogrammes, le petit 143.

L'affût peut incliner sa bouche à feu jusqu'à 9° ou 16°, suivant qu'on conserve la vis de pointage, ou qu'on l'enlève ainsi que son écrou. La bouche à feu peut aussi être déprimée de 6° sous l'horizon, et même de 10° lorsque l'on met un mardrier sur la vis de pointage. De plus fortes inclinaisons, soit au-dessus, soit au-dessous de l'horizon, seraient assez inutiles.

L'amplitude du champ de tir de ces bouches à feu est très-grande; elle varie de 45° à 90°, suivant que la plate-forme est construite pour place ou pour côte. Deux hommes agissant au bout de la poutrelle directrice font facilement mouvoir le châssis, et le peu de largeur de l'affût permet d'établir son point de rotation très-près de l'épaulement, en sorte que l'on obtient un champ de tir étendu, sans faire pénétrer la bouche du canon dans l'intérieur de la batterie.

Il suffit de caler les roulettes pour donner à l'affût toute la fixité nécessaire au tir de nuit.

Dans le tir à la charge de 3^k, le recul de l'affût est suffisant pour charger facilement la pièce sans la reporter en arrière; et l'affût, arrivé au terme de sa course, n'a pas de tendance à rentrer de lui-même en batterie; car la facilité de recul procurée par l'essieu de fer est largement contre-balancée par le frottement que développe le moyeu dans les premiers instants, et par celui de l'entretoise de crosse sur la poutrelle directrice. Après un certain parcours, la couronne de la roue acquiert un mouvement de rotation et joue le rôle d'un volant,

pour continuer un peu le recul et le rendre plus uniforme : on peut donc dire que dans cet affût les roues modèrent et régularisent le recul.

Dans le tir à la forte charge de 6^k, le recul n'est pas encore trop intense; il est cependant bon, dans ce cas, de mettre un pointal sous l'extrémité de la poutrelle directrice, pour empêcher que le système bascule en arrière. Si le châssis était mouillé, on jetterait du sable sur la poutrelle directrice, afin de borner le recul. Dans tous les cas ce mouvement s'opère sans balancement.

Le recul occasionné par une faible charge n'est pas tout à fait assez étendu.

La grande longueur qu'il faut donner au châssis exige des bois d'un prix très-élevé; il serait donc utile de chercher à borner le recul dans le tir à forte charge, afin qu'il ne soit point nécessaire de construire des châssis d'aussi grande longueur. Pour résister à la pression de la partie postérieure de l'affût, pression

dont l'intensité est mesurée par $C = m V \frac{(b + fh) \sin(\varphi + \psi) + c}{a + b}$,

les dimensions de la poutrelle directrice doivent être assez considérables.

L'angle initial de soulèvement est de 15°, la partie antérieure de l'affût sera donc fréquemment soulevée. Il suffit de trois hommes pour mettre la pièce en batterie et hors batterie.

L'affût peut porter sa bouche à feu quand on parcourt les parties horizontales des fortifications et les rampes peu inclinées; mais dans les villes ou sur les rampes assez roides, le canon ne peut être transporté par son affût, dont la grande élévation aurait pour effet de rejeter le centre de gravité en arrière de l'essieu et de faire culbuter le système.

Le châssis élève l'axe de la bouche à feu à 1^m,80 environ au-dessus du terre-plein de la batterie; les roues posant sur le sol, la bouche à feu est à 1^m,60 de hauteur.

Avec cet affût, la mise en batterie des canons de place est des plus simples : il suffit de soulever un peu la partie postérieure

du châssis pour dégager de leur boîte les chapes des roulettes, de reposer alors la partie postérieure du châssis sur le sol, et d'amener l'affût en le faisant rouler dans la direction de l'axe du châssis; bientôt le moyeu des roues rencontrera le plan incliné formé par la partie supérieure des côtés du châssis, et, si l'on continue à faire avancer l'affût, ses roues quitteront le sol et il montera le plan incliné en roulant sur ses moyeux. Il ne reste plus qu'à soulever de nouveau la partie postérieure du châssis pour replacer les roulettes.

Les affûts pèsent les 0,28, 0,32, 0,38, et 0,49 du poids des canons de 48, 24, 18, et de 12.

Les canons de place d'un poids considérable, et dont le tir s'exécute ordinairement à faible charge sous de petits angles de projection, n'exigent pas un affût aussi solide; cet affût est donc trop lourd pour ce service.

Les flasques évidés diminuent bien la surface en prise aux ricochets et la réduisent à 2^m,47, mais un seul projectile peut mettre l'affût hors de service s'il touche l'un des montants ou un arc-boutant : c'est là un grand inconvénient de cet affût. Sous le rapport du service, il présente de grandes commodités : cinq hommes mettent la pièce en batterie en 1',38"; on enlève une pièce et on désarme en 12', et en une demi-heure trois ouvriers peuvent désassembler l'affût.

Dans le tracé des assemblages, on a pris toutes les dispositions qui peuvent assurer leur solidité et leur conservation; ainsi, les assemblages à entailles verticales sont recouverts, et leur tracé empêche les mouvements des pièces qu'ils réunissent. Pour l'assemblage des montants et arcs-boutants, indépendamment du boulon qui les traverse obliquement, exposé à se fausser et à occasionner par la suite un certain jeu aux flasques, on a ménagé à chaque pièce un tenon qui pénètre dans une mortaise entaillée dans l'autre pièce. La surface de tous les joints a été diminuée autant que possible, afin de soustraire les pièces de bois à la pourriture.

L'affût porte trop de ferrures pour être d'un bon usage sur les côtes ; ses assemblages, difficiles à confectionner, demandent des ouvriers plus habiles que ceux dont on dispose habituellement ; enfin le prix de revient de l'affût est trop élevé.

On a évité la multiplicité des modèles en adoptant une même roue de 1^m,40 de diamètre et d'un poids constant de 346^k pour tous les affûts de place-côte ; leur moyeu a 0^m,32 de diamètre, et l'essieu 1^m,59 de longueur. Les affûts modèle de siège pour canons de 6 ont des roues particulières pesant 292^k. La vis de pointage des affûts de siège sert également à ceux de place-côte ; l'écrou seul diffère, car il repose sur un plan horizontal.

Canon de 24 court.

De tous ces canons de place, pas un seul ne réunit les conditions d'une grande mobilité et ne peut être employé sans plate-forme ; tous, même ceux du plus faible calibre, sont d'un poids trop considérable pour être d'un transport facile.

Depuis quelques années on a pensé, avec raison, que l'on pourrait peut-être, en réduisant la longueur d'âme et la charge des canons de place, sacrifier avantageusement une partie des effets des projectiles à une plus grande facilité de transport de la bouche à feu. Partant de là, on s'est proposé d'établir une bouche à feu de gros calibre, mais appartenant, bien entendu, à la série des calibres en usage, de peu de longueur, légère, d'un chargement et d'un pointage prompts, offrant toute la sécurité désirable dans les manœuvres de force, peu dispendieuse, tirant à charge réduite et susceptible d'être exécutée sur un des affûts existants.

Dans ce but, on a coulé en fonte de fer, un canon court du calibre de 24, pesant 900^k, soit 77 boulets pleins, autant de shrapnels ou 105 obus ordinaires de 15 chargés de 450 grammes de poudre, et d'une longueur d'âme de 12 calibres

environ. Cette bouche à feu a exactement la même longueur que le canon de 12 court en bronze, dont nous parlerons dans le chapitre suivant. Pour soulager la vis de pointage et ménager l'affût, l'axe des tourillons n'est abaissé que de 0^m,00034 au-dessous de l'axe de l'âme, et la prépondérance de la culasse est de 1/8. L'axe de la lumière aboutit au centre de l'hémisphère du fond de l'âme, est incliné de 16° 1/2 sur la perpendiculaire à l'axe de la bouche à feu, et aboutit extérieurement à un calibre de distance de la culasse.

La forme extérieure de cette bouche à feu a de l'analogie avec celle de l'obusier long de campagne; son *bouton de culasse*, aplati latéralement et percé horizontalement d'une ouverture circulaire, est plus commode pour les manœuvres de force que le bouton plein; la *culasse*, en tronc de cône, est raccordée directement avec le corps de la bouche à feu : l'arête de jonction, arrondie à sa partie inférieure, permet une plus forte inclinaison du canon sur son affût; le *pourtour de la charge* est tronc-conique jusqu'à 2 1/3 calibres de distance de la culasse; à partir de ce point, la surface extérieure de la bouche à feu est engendrée par un arc de cercle de grand rayon, pour redevenir conique un peu en avant des tourillons, et conserver cette forme jusqu'à la *plate-bande de volée*; celle-ci est exhaussée à sa partie supérieure par une *masse de mire*, dont la hauteur est déterminée par la condition que la tangente aux plus hauts points du métal soit parallèle à l'axe de la bouche à feu.

Le diamètre extérieur de la culasse a été déterminé de telle sorte que la pièce puisse être reçue entre les flasques de l'affût destiné à la pièce de 12 de campagne; la paroi de l'âme a au pourtour de la charge une épaisseur de trois quarts de calibre, à la volée elle est d'un demi-calibre environ.

Les *tourillons* et leurs *embases* ont la même forme, les mêmes dimensions, et les tranches des embases ont même écartement que les parties analogues du canon de 12 court : en sorte que le même affût peut servir aux deux bouches à feu.

Le canon de 24 court serait d'un bon emploi dans les sièges; il remplacerait dans une foule de circonstances le 24 long et le 18 pour le tir à ricochet, et n'exigerait pas des moyens de transport à beaucoup près aussi considérables.

Obusiers.

Les obusiers seraient très-utiles dans la défense des places si leur tir était rasant et exact; ces qualités doivent être encore plus développées dans les obusiers de côte, dont le tir doit aussi être fort étendu. Les deux services réclament donc des obusiers longs, montés sur des affûts qui remplissent les conditions exigées des affûts pour canons.

Sacrifiant à la simplicité les intérêts de la défense, les obusiers de siège servent aussi à l'armement des places, en sorte que ces obusiers doivent forcément tirer par embrasure.

Des obusiers de fort calibre lançant horizontalement de grosses bombes rempliront parfaitement les conditions nécessaires à la défense des côtes.

L'emploi des obusiers sur les côtes n'est pas nouveau, car au quinzième siècle on tirait déjà des obus contre les vaisseaux.

Les obusiers de côte en usage en Belgique appartiennent au système d'artillerie du général Paixhans, et sont du calibre de 10 et de 8 pouces français. On désigne souvent ces bouches à feu sous le nom de *canons à bombes*.

Le vent de la bombe de 10 pouces est de 0^m,0031; il n'est que de 0^m,0027 à la bombe de 8 pouces.

Malgré les inconvénients des chambres dans les bouches à feu longues, sous le rapport des difficultés de l'introduction de la charge et du nettoisement de la chambre, on en a donné une aux obusiers de côte, à cause du grand diamètre de l'âme, qui eût rendu très-difficile le placement de la charge en une couche d'égale épaisseur derrière le projectile. Mais on a obvié en partie aux inconvénients de ces chambres en

les raccordant avec l'âme par une surface tronc-conique, dont les génératrices sont dirigées de manière à présenter un plan incliné de un de base sur deux de hauteur.

La *chambre* est cylindrique, et terminée par un plan raccordé avec le pourtour à la manière des canons de bronze; son diamètre est du calibre de 36 à l'obusier de 10 pouces, et de celui de 24 au 8 pouces. La longueur de la chambre est d'environ une fois et demie son diamètre; le grand diamètre de l'entrée empêche la rupture de l'obus dans l'âme et facilite l'expulsion des fragments du sabot.

Un *évasement* à la bouche facilite l'introduction du projectile, dont le poids est considérable. L'âme de l'obusier du plus fort calibre a $7 \frac{1}{4}$ calibres de longueur, et celle de l'obusier de 8 pouces a environ un calibre de plus, non compris la chambre.

La culasse est terminée postérieurement par un *anneau de brague* rectangulaire qui remplace le bouton des autres bouches à feu, et sert à l'application des leviers ou des cordages pendant les manœuvres de force; un *arrondissement* de la culasse supprime les arêtes vives, toujours nuisibles quand on emploie fréquemment des cordages.

Les canons à bombes affectent extérieurement la forme de deux troncs de cône, réunis au delà des tourillons par une *gorgé*. Le premier, désigné sous le nom de *renfort*, porte à son extrémité les *tourillons*, dont le diamètre est inférieur à un calibre; l'axe des tourillons est abaissé de 0^m,0067 au-dessous de l'axe; leurs *embases* sont concentriques et complètes.

La prépondérance de la culasse est plus considérable qu'aux canons.

La *lumière*, percée obliquement sous 20° d'inclinaison avec une perpendiculaire à l'axe de la bouche à feu et dans la partie supérieure du renfort, aboutit à 0^m,040 du fond de l'âme au canon de 10 pouces et à 0^m,033 au 8 pouces; elle n'a pas de calice, et son *canal* a les dimensions ordinaires.

Le renfort porte encore, postérieurement à l'orifice externe de la lumière et à sa partie supérieure, une saillie de métal appelée *masse de mire*, dans laquelle on a pratiqué un *cran de mire*, et qui tient lieu d'une plate-bande de culasse nécessaire pour le pointage : sans la masse de mire, il y aurait impossibilité de mener une ligne tangente à la culasse et à l'extrémité de la volée.

Le second tronc de cône de la surface extérieure de l'obusier constitue la *volée*, terminée par un *bourrelet* annulaire précédé d'un *listel*.

La forte charge employée quelquefois avec ces bouches à feu, et la nature du métal, réclament une grande épaisseur de paroi; la culasse a un calibre d'épaisseur, comme la partie du renfort formant pourtour de la chambre; au delà, elle diminue et se réduit à trois quarts de calibre à l'extrémité du renfort; enfin elle est d'un tiers de calibre à l'extrémité de la volée.

Le canon à bombes de 10 pouces pèse 100 bombes vides, celui de 8 pouces en pèse 146.

On a construit pour ces obusiers longs deux numéros d'affûts semblables aux affûts de place-côte destinés aux canons; l'affût de 10 pouces pèse les 0,26 du poids de sa bouche à feu; l'affût de 8 pouces en pèse les 0,23. Les deux affûts emploient le même châssis, du poids de 1400^k environ; le petit châssis pèse 259^k.

L'affût ne présente pas toute la solidité désirable pour résister au tir à forte charge et sous de grands angles de projection; sous de petits angles de tir, le recul est parfois trop étendu et l'on est obligé de le limiter par des moyens particuliers. Il serait à désirer que l'on pût limiter à volonté ce recul par l'application d'un appareil simple et solide. Les roues des affûts de canons à bombes ont les mêmes dimensions que celles des affûts pour canons; l'essieu est un peu plus long, et mesure 1^m,84; tous les affûts de place-côte emploient la même vis de pointage.

Mode de chargement des bouches à feu de place et de côte. Les affûts de place-côte sont maintenus hors de batterie par des coins d'arrêt placés en avant des roues. Leurs bouches à feu se chargent et s'exécutent comme les canons de siège, avec cette différence que le service, aux canons de 6, est fait par quatre hommes au lieu de cinq, parce que le même homme introduit la charge et sert de pourvoyeur : fonctions distinctes aux bouches à feu des autres calibres. Aux canons à bombe, un des trois leviers sert à la manœuvre de l'affût : on l'engage à cet effet dans les œilletons à pattes. Ces bouches à feu exigent deux servants de plus que les canons de gros calibre ; ils sont employés comme aides pour porter les bombes dans la *cuiller porte-bombe*.

Par économie on emploie souvent, au lieu de sachets en serge, des gargousses de papier pour le changement des bouches à feu de place et de côte ; quelquefois le fond seul, plus exposé à rester dans la pièce, est de serge. Le papier employé à cet usage est rendu ignifuge en l'imbibant d'une dissolution saline (alun et colle forte).

Lorsque l'on tire à boulets rouges il faut avoir grand soin d'empêcher le tamisage du sachet ; pour cela on le fait ordinairement de parchemin ou de carton, et l'on enduit les coutures. La bouche à feu étant légèrement inclinée au-dessus de l'horizon, après avoir introduit la charge avec précaution, on la surmonte d'un bouchon de foin sec qu'on refoule d'un coup ; sur celui-ci on en place un second de terre glaise, d'un calibre de longueur, et on le refoule de deux coups ; on laisse ensuite couler le boulet dans l'âme et l'on enfonce dessus un bouchon de terre glaise d'un demi-calibre de longueur, pour empêcher le boulet de rouler hors de l'âme si l'on est obligé de pointer la bouche à feu sous l'horizon. Les bouchons d'argile peuvent être remplacés par des bouchons de foin humectés ; il faut leur donner un fort diamètre pour qu'ils remplissent exactement l'âme. Les précautions indiquées garantissent de tout accident

et dispensent d'exécuter le pointage avec précipitation. Après chaque coup, on rafraîchit la pièce et on enlève la terre adhérente aux parois avec un refouloir à plaque de fer d'un diamètre un peu supérieur au calibre du boulet.

Les Français tirèrent pour la première fois à boulets rouges en 1452.

Pour introduire la charge dans la chambre des canons à bombes, on se sert d'un *demi-cylindre hampé*, sur lequel on place le sachet contenant la charge et qu'on pousse au fond de l'âme; la charge est introduite dans la chambre au moyen d'un *petit refouloir*, et le *grand refouloir* conduit la bombe à son emplacement. Le sabot de bois, destiné à placer la bombe dans une position déterminée, ne peut être que de forme tronc-conique, comme le raccordement de la chambre avec l'âme; car on a reconnu que les crasses arrêtent souvent les sabots cylindro-coniques.

L'extrême mobilité du but sur les côtes oblige d'amorcer les bouches à feu avant d'en opérer le pointage, afin qu'aussitôt après avoir donné la direction on puisse faire feu.

La grande élévation des affûts de place-côte empêchant d'apercevoir la tête de l'étoupille, pour diriger convenablement la flamme de la lance à feu on est obligé d'apporter quelques changements à la construction de l'artifice. Cette modification consiste en un bout de mèche de communication adapté à sa partie supérieure laissée vide, assujetti par un fil fort, passé diamétralement au travers du cartouche et lié au-dessous du rebord. Le bout de mèche pendant sur le côté de la bouche à feu, il est facile de l'enflammer avec la lance, et, pour qu'il transmette instantanément le feu, on l'enveloppe dans un tube de papier qui, en même temps, protège la mèche.

CHAPITRE V.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE.

Selon toute apparence, c'est en 1494 que les Français amenèrent pour la première fois de l'artillerie sur le champ de bataille.

Quels services attend-on de l'artillerie en campagne? Les conditions des bouches à feu découleront naturellement de la solution de cette question.

L'objet général de l'artillerie dans les batailles est de commencer le combat, de l'entretenir aux distances où n'atteignent pas les armes portatives, et de soutenir les troupes dans l'attaque et la défense.

Pendant l'action, les projectiles de l'artillerie jettent le trouble dans les rangs de l'ennemi, le contiennent, l'ébranlent, le bouleversent, et préparent le choc de l'infanterie ou de la cavalerie en ouvrant des trouées dans le front des troupes; ils arrêtent les charges de la cavalerie, ralentissent et mettent de l'hésitation dans la marche des colonnes d'attaque, et attirent le feu de l'artillerie ennemie pour ménager les autres troupes ou faciliter leurs mouvements.

L'artillerie seconde donc puissamment les mouvements de tactique de l'infanterie ou de la cavalerie, gêne considéra-

blement ceux de l'ennemi, protège le passage des rivières ou des défilés, sert à poursuivre l'ennemi après la victoire et à précipiter sa retraite, ou à contenir un ennemi audacieux pour laisser aux troupes le temps de se retirer en bon ordre; elle supplée au manque de cavalerie¹ et à l'absence des positions militaires, contribue efficacement à soutenir le moral des autres armes, et son importance augmente lorsque, en terrain découvert surtout, elle accompagne de jeunes troupes peu aguerries.

Ce court aperçu montre qu'il faut nécessairement donner de l'artillerie aux armées en campagne. D'ailleurs, certaines opérations de la guerre, telles que l'attaque des retranchements, des villages ou des positions, exigent presque indispensablement le concours de l'artillerie; et les militaires les plus expérimentés reconnaissent que sans elle on ne peut rien contre un ennemi dont les mouvements sont appuyés par un certain nombre de bouches à feu. Enfin les meilleures troupes ont toujours été chargées de la garde de l'artillerie : Charles VIII la donna aux Suisses, alors la première infanterie connue; plus tard, les lansquenets furent chargés de ce service important, et François I^{er} la rendit aux Suisses. Le prix que l'on attache à la conservation des bouches à feu n'est-il pas une nouvelle preuve du rôle important de l'artillerie dans toutes les opérations militaires, et ne justifie-t-il pas l'énorme dépense qu'elle entraîne? Au reste, l'histoire nous apprend que de grands capitaines, tels que Gustave-Adolphe, Henri IV, Frédéric, le maréchal de Saxe, Napoléon et bien d'autres, doivent à l'artillerie leurs plus belles victoires.

Les calibres des bouches à feu seront proportionnés aux effets qu'on veut produire; mais on évitera à tout prix leur multiplicité, pour n'être pas exposé à des erreurs d'approvisionnement sur le champ de bataille, et ne pas condamner au

¹ NAPOLÉON, Lutzen et Bautzen

silence les plus forts calibres quand les plus faibles sont d'un effet suffisant.

L'artillerie de bataille, obligée de suivre tous les mouvements des troupes en quelque terrain que ce soit, réclame un matériel léger, d'un transport facile et tellement manœuvrier qu'aucun obstacle ne puisse l'arrêter ou l'empêcher de se porter rapidement sur un point déterminé et écraser l'ennemi.

Les manœuvres de forces ne doivent exiger l'emploi d'autres agès que les armements de la bouche à feu.

Ces raisons étaient déterminantes pour l'adoption du bronze comme métal des bouches à feu de campagne; d'autant plus que le roulement continu de ces bouches à feu changerait peut-être le mode d'aggrégation des molécules de la fonte et lui ôterait toute résistance, si on voulait l'employer en campagne.

Les projectiles de l'artillerie doivent non-seulement atteindre un ennemi à découvert, mais il importe aussi qu'ils l'inquiètent et lui occasionnent des pertes quand il est dérobé à la vue par des accidents de terrain, des rideaux ou des obstacles quelconques; il peut être nécessaire de fouiller des ravins, d'incendier des villages, des bois, des abatis ou des maisons occupés par l'ennemi : on voit, d'après cela, que l'artillerie de campagne doit compter un certain nombre d'obusiers.

La grande mobilité que réclament les bouches à feu de campagne oblige d'abaisser le poids de tout le système à sa dernière limite compatible avec la résistance imposée par la forte charge en usage, et avec la conservation de la machine.

On a rarement, en campagne, le temps et les moyens d'abriter les bouches à feu derrière des épaulements; par suite, ces bouches à feu ne sont pas destinées à tirer à embrasures, et leur longueur d'âme doit uniquement réunir les conditions d'un tir exact, pourvu qu'elles n'occasionnent pas un poids trop considérable qui nuirait à la mobilité d'une artillerie dont l'import-

tance croît rapidement avec sa légèreté. En définitive ce sont donc les convenances du transport qui, dans ce service, règlent la longueur de l'âme.

Pour assurer la mobilité du système, l'affût doit être monté sur des roues; ces roues élèveront suffisamment l'axe de la bouche à feu au-dessus du sol pour que le pointage ne soit jamais intercepté par les inégalités du terrain. La hauteur de l'âme ne doit cependant pas dépasser de beaucoup un mètre, sans cela le chargement de la bouche à feu ne pourrait s'exécuter avec célérité.

L'affût devrait en général s'opposer aux élévations de la bouche à feu sous les angles pour lesquels le tir n'a plus d'efficacité; mais, comme on peut se trouver sur un plan incliné vers l'ennemi, il faut que l'on puisse donner à la bouche à feu de plus fortes inclinaisons. L'occasion de tirer sous l'horizon ne se présente pas fréquemment, néanmoins ce genre de tir doit être possible. Il faut que les changements dans la direction du tir s'exécutent promptement, afin que les masses mouvantes, aussi bien que les troupes en position, soient exposées aux feux de l'artillerie.

Une grande solidité est surtout nécessaire pour que les affûts de campagne résistent aux fatigues des marches et des manœuvres dans toutes sortes de terrains, et au tir à forte charge d'une bouche à feu légère; les réparations doivent être faciles et promptes à exécuter; le service en campagne exige un matériel des plus simples, afin de diminuer le poids des rechanges à transporter pour les remplacements et les réparations; et l'on s'attachera particulièrement à donner à toutes les pièces destinées aux mêmes fonctions une parfaite égalité de forme, en sorte que si l'on est obligé de démonter les affûts pour embarquer ou franchir des obstacles inaccessibles aux voitures, le remontage s'exécute promptement et sans confusion: le même affût servira donc, s'il est possible, aux canons et aux obusiers.

Les armements et un seau d'affût, simplement et solidement

assujettis, feront partie de l'affût, qui tiendra également en réserve un levier de pointage et un écouvillon de rechange; enfin la machine sera disposée pour transporter au besoin un certain nombre de servants, quand les bouches à feu seront obligées de prendre des allures vives.

Canons.

Les canons du plus petit calibre trouveront leur emploi dans la guerre de campagne, pourvu qu'ils soient d'un effet suffisant et d'une justesse de tir satisfaisante. Cependant, dans les batailles, il faut quelquefois frapper un grand coup, au moyen d'une puissante artillerie de réserve, éteindre le feu des ouvrages de fortification passagère, ruiner les obstacles opposés à la marche des troupes ou qui appuient les lignes ennemies; en outre il est souvent utile d'ouvrir des murailles non terrassées, et on peut même être dans la nécessité de renverser des escarpes de fortification permanente, faute d'un matériel de siège. Il importe également que l'on soit en mesure d'armer les ouvrages élevés pour appuyer les flancs ou pour couvrir le front d'une formation et d'occuper une position du champ de bataille.

Dans ces circonstances, des bouches à feu d'un plus fort calibre seront d'un meilleur effet si elles sont toujours assez mobiles pour que, des positions retirées hors des vues de l'ennemi où elles sont concentrées sous la main du général en chef de l'artillerie, on puisse les porter rapidement en ligne. Tous les motifs réunis obligent de donner à l'artillerie de campagne des canons de deux calibres différents. Il n'est pas indispensable que ces bouches à feu aient une portée efficace supérieure à 800 ou 1000 mètres, parce que, au delà de cette distance, la rectification du tir par l'examen du coup n'est presque plus possible; d'ailleurs, sauf le cas d'une poursuite après la victoire, la tactique elle-même n'exige pas ordinairement ces

grandes portées, attendu que rarement deux armées aux prises sont éloignées de plus de 800 mètres.

Les affûts doivent permettre de disposer la bouche à feu sous un angle de tir de 15° au moins.

Gustave-Adolphe fit les canons en fer à une époque où ils consistaient en un tube de cuivre recouvert de cordage et de cuir. A notre époque, presque toutes les puissances ont adopté le bronze pour leur artillerie de bataille.

Notre artillerie de campagne se compose de canons du calibre de 12 et de 6. Le mode de chargement de ces bouches à feu exige que le vent ait au moins une double épaisseur de fer-blanc, pour loger les bandelettes qui assujettissent le boulet dans son sabot.

La forme des canons de campagne est, dans son ensemble, la même que celle des canons de siège. Les différences sont peu nombreuses : l'extrémité de la *culasse* ne porte ni tore ni listel; le *premier renfort* commence, comme le *second*, par une *doucine*, et n'a pas de ceinture; enfin on a supprimé les listels de l'*astragale* de la volée. A la partie supérieure du *bourrelet* en tulipe, on a placé un *grain de mire*, destiné à indiquer, avec le cran de la plate-bande de culasse, la ligne supérieure du métal.

En fixant la longueur d'âme du canon de 12 à 15 fois son diamètre, et à 16 calibres celle du canon de 6, on leur a donné une grande mobilité sans nuire à la justesse du tir.

La charge employée en campagne n'atteignant jamais la plus forte charge usitée dans les sièges, l'épaisseur des parois a été réduite à $\frac{17}{32}$ de calibre au pourtour de la charge, et à $\frac{11}{32}$ à la bouche.

La prépondérance de la culasse est de $\frac{1}{9}$ du poids de la bouche à feu à la pièce de 12, et d'environ $\frac{1}{11}$ à la pièce de 6. Il eût été plus rationnel de donner à la pièce de 6 une plus forte prépondérance qu'à la pièce de 12.

L'abaissement des tourillons et leur diamètre sont, comme

aux canons de siège, d'un demi-calibre et d'un calibre environ.

Le canon de 12 pèse 156 1/2 boulets, et celui de 6 équivaut au poids de 175.

Affûts de campagne.

Les affûts pour canons de 12 et de 6 de campagne, du même modèle, ne diffèrent que par leurs dimensions, proportionnées à celles de la bouche à feu.

Ils ressemblent beaucoup aux affûts de siège : leur composition générale est identique ; mais ils comprennent plus de pièces, à cause du plus grand nombre de conditions qu'ils doivent remplir.

Pour ne pas nous répéter, nous nous contenterons de signaler les différences entre l'affût de campagne et l'affût de siège.

Les *sous-bandes* de l'affût de 6 sont assujetties par quatre *chevilles* au lieu de cinq ; et la charge portée par l'avant-train permettant à la bouche à feu de rester dans ses encastrement de tir durant les marches, les *flasques* n'ont qu'un seul encastrement pour les tourillons ; la tête de la dernière cheville de chaque flasque devrait donc être en champignon : cependant, au flasque gauche, elle est en *fourche porte-levier*, recouverte de cuir, dans laquelle on place le bout du *levier de pointage* quand la pièce n'est pas en batterie ; la fourche se ferme à l'aide d'une *clef à chaînette*. La tête de la troisième cheville de l'autre flasque porte sur une *rosette avec patte*, à laquelle on fixe, au moyen d'un *écrou*, une *fourche porte-écouvillon*, qui se ferme également par une *clef* fixée à l'extrémité d'une *chaînette à touret* et à *crampon* : dans cette fourche, recouverte de cuir et percée de deux *trous* à chaque *branche*, on place les hampes des *écouvillons*, dont les extrémités sont introduites dans un *double étui porte-écouvillons* avec *brides*, fixé sur une *plaque* assujettie par deux *vis* et deux *boulons d'assemblage* contre la face droite de la flèche.

La *crosse* des *flasques* n'est pas recouverte. On a placé extérieurement au flasque de droite, et à sa partie inférieure vers la crosse, une *double douille porte-lance*, fixée sur une *plaque à vis*; et aux batteries à cheval il y a en outre, latéralement à la tête de chaque flasque, un *étui porte-boîte à balles*, fermant par un *moraillon à charnière*.

Comme la *flèche* éprouve moins de fatigue à son extrémité que vers l'*encastrement de l'écrou* de la vis de pointage, elle est amincie à sa partie postérieure, et sa *crosse* a été arrondie pour faciliter les manœuvres à la prolonge. Une *lunette de crosse*, prolongée au-dessus et au-dessous de la crosse, forme *plaque de recouvrement et de frottement*; elle est assujettie sur la flèche au moyen de quatre *chevilles*; deux de ces chevilles sont dites *de pointage*: l'une est à *tête en spirale*; l'autre, à *tête oblongue* légèrement arrondie, est percée d'un *trou* pour la *clavette* du levier de pointage; entre celles-ci se trouve la *cheville de lunette*; enfin, la *cheville de chaîne d'enrayage*, à *tête en charnière* autour d'un *bouton à écrou*, est située vers l'extrémité de la plaque de frottement.

Vu la moindre longueur de la flèche des affûts de campagne, la chaîne d'enrayage trainerait par terre, si elle n'était soutenue vers le milieu de sa longueur par un *crampon de support* fixé sur la face droite de la flèche. C'est pourquoi la chaîne d'enrayage porte vers son milieu un deuxième *anneau* engagé dans une des mailles. La chaîne d'enrayage de l'affût de 12 est plus longue que celle de l'affût de 6.

La crosse est garnie de chaque côté et préservée de l'usure par une *plaque de crosse*, assujettie au moyen de *clous*. Immédiatement au-dessus de ces plaques, il y a deux *doubles poignées de crosse* (simples à l'affût de 6) servant à poser la crosse sur le sol ou à la soulever. Trois *boulons d'assemblage de flèche* (deux à l'affût de 6) traversent la flèche dans toute son épaisseur et fixent les poignées.

Vers le milieu de sa longueur et sur sa face latérale de

gauche, la flèche porte une *cisaille*, assujettie par un *boulon d'assemblage de flèche* et trois *vis*. La cisaille, destinée à couper la partie enflammée de la lance à feu après le tir, se compose d'un *tranchant fixe* et d'un *tranchant mobile*; un *boulon rivé* articule les deux tranchants, et un *arêtoir* limite le jeu de la *branche*.

La tête de la vis de pointage est recouverte d'un *coussinet* de cuir, destiné à amortir le choc de la bouche à feu sur la vis, quand, pendant les allures vives, l'affût rencontre des obstacles.

Sur le flasque gauche et à sa partie postérieure, on a cloué un *étui de hausse* en cuir qui reçoit la *hausse* nécessaire pour le pointage.

Au *crochet porte-seau*, fixé par sa *patte*, à l'aide de vis, sur la tête de flèche, on suspend un *seau d'affût* en tôle : sur son *fond* circulaire s'élève le *pourtour*, terminé à sa partie supérieure par le *bord*; la *chaîne* fixée aux *œilletons à pattes* tient lieu d'anses; le milieu de la chaîne porte un *anneau*, et dans l'intérieur du seau il y a un *flotteur*.

Sur la face latérale gauche de la flèche et en arrière de la plaque de frottement, deux *crampons plats* retiennent une *courroie* : cette courroie sert à attacher le *tire-bourre* porté par la hampe de la *lanterne*, placée elle-même en dessous de la flèche et suspendue par son extrémité antérieure à une *courroie*, fixée au moyen d'un *crampon carré* contre la face antérieure et à gauche du corps d'essieu. En dessous de la flèche, à hauteur de la cisaille et vers la droite, deux autres *crampons plats à courroie* supportent le bout du *levier de pointage de réserve*, dont l'autre extrémité est suspendue à une *courroie*, assujettie par un *crampon carré* à la partie antérieure et à droite du corps d'essieu.

Le corps d'essieu, de bois, exhausse la bouche à feu et consolide le système; ses *entailles* reçoivent la *tête de flèche*, les flasques, les *doubles équerres des coffrets d'essieu*, les *brides*

des étriers d'essieu; et l'*essieu* en fer y est encastré. Les extrémités du corps d'*essieu* dépassent les épaulements de l'*essieu* et forment *garde-boue*.

Sur le corps d'*essieu* on a placé deux *coffrets d'essieu*, de côté et d'autre de l'affût. Le coffret de droite, désigné sous le nom de *coffret à mèche*, contient 5^e de mèche, une *esse* de rechange, quatre *esses* pour réparer les chaînes, un assortiment de sept *écrous* et un *cordage* de réserve. Aux pièces impaires de chaque section il contient, en outre, une *clef d'écrou*, et dans une *poche* de cuir une *boîte à brûlin* avec *briquet* et deux *pierres à feu*; le coffret des pièces paires de chaque section contient de plus une *clef d'appareil à percussion*. Le coffret de gauche, dit *coffret à étoupilles*, contient, outre la *giberne à étoupilles*, le *dégorgeoir*, le *repoussoir de lumière*, le *doigtier*, le *marteau*, l'*étui à lances*, 40 *étoupilles ordinaires*, 40 à *percussion*, 8 *lances à feu* aux pièces de 12; ou 80 *étoupilles* de chaque sorte et 15 *lances à feu* aux pièces de 6 : ces artifices ne se placent dans le coffret qu'au moment où l'on prévoit devoir tirer; en d'autres temps, ils sont renfermés dans le coffre d'avant-train, qui les abrite mieux.

Ces coffrets d'*essieu* sont, hors le doublage du couvercle, en bois de chêne. Le *couvercle* est recouvert en toile peinte. Le *devant*, le *derrière* et les *côtés* sont assemblés en queue d'aronde; le *fond*, percé de deux *trous carrés* avec *fraisure*, reçoit les *têtes* de deux *chevilles* qui, au moyen d'une *bride*, fixent le coffret sur le corps d'*essieu*. Ces chevilles traversent également une *équerre double*, assujettie par des *rivets*, qui enveloppe perpendiculairement au corps d'*essieu* le fond, le devant et le derrière du coffret; l'*équerre double* porte à sa partie supérieure un *tourniquet* destiné, avec le *morillon à charnière* du couvercle et à l'aide d'un *cadenas*, à fermer le coffret. Le coffret de gauche s'ouvre à la partie postérieure, celui de droite à la partie antérieure, pour la facilité du service de la bouche à feu. Le couvercle à *emboiture* est articulé au

moyen de deux *charnières* rivées. Les arêtes verticales des coffrets sont renforcées par huit *équerres* maintenues à l'aide de vis. Des planchettes divisent l'intérieur de chaque coffret en trois compartiments : la plus longue planchette de séparation est placée obliquement dans le sens de la longueur du coffret à mèche, de manière à rétrécir le compartiment vers sa partie postérieure, percée d'un *trou* rond pour donner passage à l'extrémité enflammée de la mèche et la laisser pendre à l'extérieur ; un *couvre-mèche* de tôle avec *garde-feu* et *séparations*, fixé à *charnière* au couvercle, maintient convenablement la mèche et l'empêche de s'éteindre. Ce *couvre-mèche* est lui-même surmonté d'une *couverture* de tôle également à *charnière* et garantie par une *toile peinte*. Le compartiment du coffret destiné à la mèche, et son couvercle, sont doublés en fer-blanc. Ces coffrets d'essieu servent aussi au transport des servants pendant les allures vives ; à cet effet, l'affût de 6 porte en avant du corps d'essieu deux *marche-pieds* placés sous les coffrets ; la tige des *marche-pieds* est brisée vers le milieu par une *charnière*, afin de pouvoir relever le *plat* et le loger sous le coffret, quand on ne doit pas se servir du *marche-pied* ; ces tiges traversent le corps d'essieu à mi-hauteur en s'appuyant par leurs *épaulements* sur sa face antérieure, et les *bouts filetés* reçoivent les *écrous* appliqués contre l'autre face du corps d'essieu.

Les roues diffèrent par leur dimension et leur poids de celles des affûts de siège ; elles ont 1^m,46 de hauteur à l'affût de 12, et 1^m,45 à l'affût de 6 ; les premières pèsent 246 kilogrammes, les secondes 212.

L'affût porte, en fait d'armement, les *écouvillons* et *refouloirs*, le *tire-bourre* et la *lanterne*, le *porte-lance*, et, enfin, le *levier de pointage*. Les assortiments comprennent la giberne à étoupilles, un dégorgeoir, un repoussoir de lumière, un doigtier, un marteau, et l'étui à lances, renfermés dans le coffret d'essieu de gauche.

Les *écouvillons* sont tous deux en soies de porc, et les mêmes hampes portent les *refouloirs*; à cela près, ils sont exactement semblables aux écouvillons des canons de siège. On garantit l'écouvillon de la pourriture en le recouvrant d'une *coiffe de tête d'écouvillon* de toile peinte avec *lanière*. Une seule hampe porte également le tire-bourre et la lanterne, qui, retournée sur la hampe de la même manière que le tire-bourre, est préservée des chocs pendant les marches : dans ce but, elle est montée sur une *douille à vis* de cuivre, et assujettie à l'aide d'un *écrou à cornes*.

Le *levier de pointage* sert à changer la direction de l'affût; il est, comme toutes les hampes, en bois de frêne; on engage l'*anneau à pattes* de son extrémité dans la cheville à tête en spirale de la crosse d'affût. Ce levier, long de 1^m,71 à l'affût de 12, et de 1^m,66 à celui de 6, affecte la forme tronc-conique dans la plus grande partie de sa longueur; mais, vers l'extrémité des pattes de l'anneau et sur une étendue de quelques centimètres, sa section est rectangulaire : une *plaque de renfort*, assujettie par six *clous* sur la face latérale droite du levier, l'enveloppe et le consolide dans cette partie, percée au centre d'une *mortaise* rectangulaire pour recevoir la cheville de pointage à tête oblongue; un *crampon*, appliqué sur la même face latérale droite de la plaque de renfort, donne attache à la *chainette* de la *clavette*, qu'on introduit dans le trou de la cheville de pointage pour assujettir le levier; un *crampon plat*, fixé dans le corps du levier contre la plaque de renfort, reçoit la clavette pendant la marche quand le levier est couché le long de la flèche d'affût.

La giberne à étoupilles, dans laquelle on place un certain nombre d'étoupilles nécessaires au service de la bouche à feu, consiste essentiellement en un *coffret* de bois, percé de quarante-six *logements cylindriques* pour les étoupilles, et renfermé dans une *boîte* de cuir avec couvercle doublé de peau d'agneau; un *bouton* de cuir fixé à la boîte sert, avec la *boutonnière* du

couvercle, à la fermeture de la giberne; un *fourreau* de cuir avec *bouton* et *boutonnière*, placé sur le couvercle, renferme le dégorgeoir; un second *fourreau* de même espèce, appliqué au-dessous de la giberne, contient le repoussoir de lumière et le marteau; la *martingale*, de cuir, s'attache par sa *boutonnière* à l'un des boutons de l'habit du servant et contribue, avec le *ceinturon à boucle* de cuivre, à assujettir la giberne autour de la ceinture du canonnier. Le repoussoir consiste en un cylindre de fer, terminé par une *tête* percée d'un trou pour recevoir le *manche* du marteau, quand on veut retirer le repoussoir après l'avoir enfoncé de force dans la lumière de la bouche à feu pour repousser des corps étrangers.

L'étui à lances, de cuir, figure un cylindre ouvert à son extrémité supérieure; un *couvercle à passants* se meut le long de la *banderole à boucle*.

Nos affûts de campagne sont construits pour donner aux canons toutes les inclinaisons utiles à la guerre; sans enlever la vis de pointage, on peut disposer les bouches à feu sous une inclinaison de 15° au-dessus de l'horizon; le plus grand angle de dépression est de 13° à l'affût de 12, et de 16° à l'affût de 6; en ôtant la vis de pointage, ou en plaçant la crosse dans une excavation du sol, on pourrait obtenir des angles de projection beaucoup plus ouverts.

Le mouvement de recul des canons de campagne, favorable à la conservation de l'affût, n'est pas sans inconvénient sur le champ de bataille; il oblige à une manœuvre souvent très-pénible, surtout avec la pièce de 12 dans les terrains mous, pour ramener après chaque coup la pièce dans sa position en batterie; et la crosse, creusant le sol, rend le pointage difficile.

C'est sans doute pour diminuer l'étendue du recul que l'on a donné à ces affûts un poids proportionnellement plus considérable qu'aux affûts de siège, sacrifiant de cette manière la soli-

dité du système; ainsi l'affût de 12 pèse les 0,81 du poids de sa bouche à feu, celui de 6 pèse 1,25 fois le canon.

Le calibre de 12 entre dans la proportion du quart du nombre total des canons de campagne; destiné au renversement des obstacles, et à produire dans l'occasion de plus grands effets que le canon de 6, il exerce sur les troupes une grande action morale; néanmoins la véritable pièce de bataille, c'est le canon de 6 qui, par sa légèreté, peut parcourir à toutes les allures les plus mauvais terrains : c'est pourquoi les canons de 12, d'un emploi moins fréquent, forment des batteries de position et sont attachés à la réserve. Observons cependant que les canons de 6 rempliraient peut-être mieux cet objet; car pour arriver au moment opportun sur le champ de bataille, l'artillerie de réserve doit être extrêmement mobile.

Comparés sous le rapport du prix de revient, du coût des munitions et de l'importance comme arme de guerre, le canon de 12 coûte un quart de plus que celui de 6; ses munitions coûtent un cinquième plus cher; et, à toutes les distances, l'effet produit par le canon de 12 ne dépasse pas d'un quart celui du canon de 6.

Avec l'affût de 12, la bouche à feu est élevée de 1^m,22 au-dessus du sol, et de 1^m,17 sur l'affût de 6; ces hauteurs facilitent une *prompte exécution* des bouches à feu.

Le peu de longueur de la crosse de ces affûts les prédispose au soulèvement des roues, qui commence déjà sous un angle de tir de 7° à 8° au-dessus de l'horizon. D'après le calcul, l'affût de 12 devrait s'élever de 1^m,44 pour être renversé. Malgré cela, on est en droit de reprocher à nos affûts de campagne une trop grande solidité; il y aurait moyen de les alléger de beaucoup et d'augmenter, par suite, la mobilité de l'artillerie de bataille, sans cependant compromettre leur solidité. Une diminution dans la largeur des pièces de bois, et une faible augmentation de leur hauteur, constitueraient déjà une amélioration.

Le même essieu sert à tous les affûts de campagne : pourquoi

n'avoir pas suivi la même règle pour les roues et avoir donné à la roue d'affût de 12 un poids supérieur de 17^k à celui de la roue pour affût de 6 ? Les remplacements eussent été d'autant plus faciles, et on eût allégé de 32^k l'affût de 12. La vis de pointage de l'affût de 12, commune aux affûts de siège et de place-côte, surpasse en longueur la vis d'affût de 6; la première est longue de 0^m,50, la seconde de 0^m,435 : cette différence complique les approvisionnements en campagne. L'écrou de la vis pour affût de 12 est du modèle des écrous de siège; mais le trou antérieur destiné à la première cheville est fraisé : c'est le seul point de différence.

On reconnaît aisément l'écrou d'affût de 6 à la forme du *bourrelet* de la partie supérieure du logement de la vis; de sa moindre hauteur résulte la suppression de la partie antérieure du bourrelet.

Obusiers.

Avant l'invention des obusiers, on atteignait l'ennemi derrière les plis du terrain au moyen de petits mortiers de bataille.

Les obusiers sont, en campagne, d'un emploi moins fréquent que les canons; il faudra donc, à plus forte raison, se contenter d'un seul calibre d'obusier, d'un effet suffisant dans tous les cas, afin d'éviter la confusion sur le champ de bataille. Le tir des obusiers s'exécutant ordinairement sous un angle assez ouvert, l'affût ne doit pas y mettre obstacle.

En 1803, Napoléon créa un système d'artillerie de campagne composé de canons de 12, de 6, et d'obusiers de 15 courts. Les mêmes bouches à feu font encore partie aujourd'hui de notre matériel de bataille; mais cette combinaison n'a pas été conservée en France.

L'obusier de campagne est exactement semblable à l'obusier de siège; le vent moyen de l'obus est de 0^m,004; et dans le but de soulager l'affût en diminuant la surface du fond de l'âme,

le diamètre de la *chambre* a été réduit à 0^m,078, un peu supérieur au calibre du boulet de 3. Le calibre de l'âme, inférieur à celui de l'obusier de siège, a permis de lui donner 3 2/5 calibres de longueur, sans pour cela empêcher l'introduction à la main de la charge dans la chambre.

L'axe de la *lumière*, incliné sous 11° 1/2 sur une perpendiculaire à l'axe de l'âme, aboutit extérieurement à 0^m,021 de la *gorge du pourtour*. La bouche à feu pèse 44 1/2 obus vides.

L'affût appartient au système des affûts pour canons de campagne; il est construit d'une manière analogue et diffère de l'affût de 6 par ses dimensions, appropriées à celles de sa bouche à feu.

On peut donner à l'obusier une inclinaison de 23° au-dessus de l'horizon; quant au tir au-dessous de l'horizon, il ne se présente jamais. L'affût pèse 1,85 fois sa bouche à feu; ce poids considérable, joint à la faible longueur de l'obusier, fatigue considérablement le système : aussi la flèche, affaiblie par les chevilles et les boulons qui la traversent, se brise-t-elle souvent vers l'encastrement de l'écrou de la vis de pointage; il serait peut-être bon d'augmenter la hauteur de sa section.

On se gardera bien de disposer cet affût sur un plan incliné vers l'ennemi, pour ne pas diminuer son recul et augmenter encore sa fatigue.

Le coffret d'essieu de gauche renferme 50 étoupilles de chaque sorte et neuf lances à feu.

Voulant se procurer un tir plus efficace, de plus grande portée, et surtout afin d'augmenter l'efficacité du tir à mitraille, après les guerres de la révolution et de l'empire on introduisit, en 1825, dans l'artillerie des Pays-Bas, un obusier long de 45 centimètres, destiné au service en campagne : nous avons adopté cette bouche à feu en Belgique. L'obusier long, imitation de la licorne russe, emploie l'obus de 15 ordinaire, auquel on a ménagé le même vent que dans l'obusier court.

Les chambres, peu favorables à la promptitude du chargement, sont difficiles à nettoyer; si l'on pouvait s'en dispenser dans l'obusier long, le service de la bouche à feu gagnerait en facilité. Or, l'expérience a établi que dans une bouche à feu d'une dizaine de calibres de longueur d'âme et avec une charge d'un huitième environ, l'existence d'une chambre influe très-peu sur la vitesse initiale du projectile et ne présente que des inconvénients; c'est pourquoi on a supprimé la chambre dans l'obusier long et on a fait l'âme cylindrique dans toute sa longueur. La portée du projectile a gagné à cette modification, car la chambre étant supprimée, il n'existe plus de vide en arrière du projectile et les gaz de la poudre acquièrent une plus forte tension.

Le *fond* de l'âme est plan, raccordé comme aux canons en bronze, et l'âme a $10 \frac{1}{10}$ calibres de longueur. Extérieurement la forme de la bouche à feu est des plus simples; le *bouton de culasse* est raccordé par son *collet* au *cul-de-lampe*, engendré par une droite, et l'arrondissement de la partie inférieure de la culasse permet un tir plus élevé; on a diminué le volume de la bouche à feu, et on a ainsi permis son placement sur l'affût de 6, en supprimant les moulures de la surface extérieure, formées d'un cylindre et d'un tronc de cône. Le cylindre placé à la partie postérieure tient lieu de plate-bande de culasse et forme *renfort*; le *corps* tronc-conique, réuni au renfort par une *doucine*, forme par sa partie antérieure la *volée*, terminée par une *gorge* et une *plate-bande de volée* cylindrique, qui tient lieu de bourrelet; les génératrices de la plate-bande sont dans le prolongement du renfort.

Le corps de l'obusier porte les *tourillons* et les *anses*; les premiers sont placés de manière à donner à la prépondérance une valeur d'un quinzième du poids de la bouche à feu; et afin de diminuer la fatigue de l'affût, déjà très-considérable par suite de la grande surface du fond de l'âme, on a relevé les tourillons en limitant leur abaissement à 0^m,008. Si, en pré-

sence de la fatigue considérable de l'affût, on a diminué la prépondérance, c'est pour permettre, par le rapprochement des tourillons vers la culasse, une plus forte inclinaison de la bouche à feu sur son affût. Le canon de 6 et l'obusier long emploient le même affût, c'est pourquoi on a donné les mêmes tourillons aux deux bouches à feu.

Les dimensions de la lumière, sa direction et sa distance au fond de l'âme, sont réglées comme aux canons en bronze.

La charge de l'obusier ne pouvant être considérable, pour ne pas briser l'obus dans l'âme, les parois de la bouche à feu n'exigeaient pas une grande épaisseur : elle est d'un calibre postérieurement au fond de l'âme ; d'un demi-calibre au renfort, pourtour de la charge ; et conserve la même épaisseur jusqu'au point où les gaz atteignent leur plus forte tension ; à partir de là, elle va en diminuant et se réduit à environ un cinquième de calibre à la volée.

Afin de pouvoir tirer avec de fortes charges, on a porté le poids de la bouche à feu à 60 obus vides.

C'est probablement pour employer le même affût avec le canon de 6 et avec l'obusier long, que son poids surpasse proportionnellement celui de l'affût de 12.

Le coffret à étoupilles est chargé comme à la pièce de 12 ; à cela près, l'affût d'obusier long est exactement pareil à l'affût de 6. Il semble cependant que la solidité de cet affût a plutôt été calculée pour résister au tir du canon que pour servir à l'obusier : aussi cette bouche à feu le fatigue-t-elle beaucoup.

La plus forte inclinaison de l'obusier ne dépasse pas 11° : cet angle de projection est beaucoup trop faible pour convenir au jet des obus ; on peut déprimer la bouche à feu sous l'angle de 15°.

Prenant pour unité le poids de la pièce, l'affût pèse 1,18.

Malgré l'augmentation du poids de la bouche à feu, la suppression de la chambre fait éprouver d'énormes fatigues à

l'affût quand on tire sous un angle assez élevé; la grande inertie des roues, réagissant sur l'essieu dans le sens opposé à la direction du recul, lui donne bientôt une courbure dont la concavité est tournée vers la tête de l'affût; la hauteur considérable que l'on est obligé de donner aux flasques des affûts de campagne, pour ne pas trop borner le champ de tir par l'interposition de la flèche, nuit beaucoup à leur solidité; et après un tir peu prolongé, les flasques présentent souvent des fentes longitudinales partant de l'encastrement de l'essieu et se dirigeant vers les rondelles d'assemblage.

Affûts bifurqués.

L'affût de 6 est bientôt mis hors de service par le tir à obus ordinaire, à plus forte raison ne résiste-t-il pas au tir des shrapnels, qui pèsent près du double : la flèche de l'affût est souvent brisée, l'essieu fortement fléchi, et après un certain nombre de coups le système est tellement détraqué qu'il lui est impossible de continuer le tir. Il fallait donc renoncer à l'emploi des shrapnels avec l'obusier long, ou chercher à construire un nouvel affût capable de supporter ce genre de tir.

On s'est arrêté à ce dernier parti, et en 1843 une commission d'officiers d'artillerie proposa un affût à flèche bifurquée, monté sur un essieu renforcé, pour résister à l'action intense de la bouche à feu.

Soumis au tir des shrapnels avec l'obusier long, après 1241 coups il n'était pas encore détérioré. Voulant pousser cette épreuve à outrance, on monta l'affût d'une pièce de 12 allégée pesant 426^k (c'est-à-dire d'un canon de 6 de campagne foré au calibre de 12), qui, après trente coups à boulet tirés avec la charge ordinaire de 2^k, mit l'affût complètement hors de service : le flasque gauche présentait quatre fentes longitudinales partant de l'encastrement de l'essieu, la demi-flèche droite était fendue, les boulons d'assemblage de flasques

et de flèche brisés, et l'écrou de la vis de pointage était sorti de son logement; le recul atteignait 5 mètres. Il n'est pas étonnant qu'après avoir résisté au tir à la charge d'un kilogramme, avec une bouche à feu du poids de 505^k, l'affût n'ait pas résisté à une bouche à feu plus légère et tirant avec une charge double.

L'affût bifurqué, remplissant les conditions nécessaires au tir des shrapnels de 15, a donc été adopté, et la 20^e batterie montée de notre artillerie a reçu des affûts de ce modèle.

Les deux parties jointives de la flèche se séparent obliquement à partir du milieu de leur longueur et se prolongent parallèlement depuis l'écrou de la vis de pointage jusqu'à la tête de flèche, laissant entre elles un petit espace vide. L'écartement des deux parties antérieures de la flèche est maintenu à l'aide d'espèces de rondelles : la rondelle postérieure appartient à l'écrou de la vis de pointage; les deux autres sont coudées à leur partie inférieure et prolongées en forme de chevilles à bout fileté. Ces deux chevilles supportent, avec la cheville d'essieu, une *bride* destinée à consolider l'assemblage de la flèche et du corps d'essieu, et à maintenir l'essieu de fer dans son encastrement. Les trois rondelles percées au centre donnent passage aux boulons d'assemblage de flasques et de flèche; la patte du *crochet porte-seau* est rivée sur la rondelle antérieure.

On a abandonné, pour l'assemblage de la flèche et des flasques, le mode de réunion à l'aide de rondelles en fer, et l'on est revenu à l'ancien mode d'assemblage, au moyen d'espèces d'embrèvements pratiqués dans les pièces jointives. A cet effet, le flasque a été entaillé intérieurement sur une profondeur d'un centimètre et suivant un tracé polygonal qui s'étend depuis la crosse du flasque jusqu'à l'encastrement du corps d'essieu et se contourne autour des trous de boulons d'assemblage; le flasque conserve toute son épaisseur dans la partie supérieure de sa face de contact avec la flèche, mais il

est, en outre, entaillé vers la tête, autour du trou du boulon antérieur, et forme un petit embrèvement limité par deux plans à angle droit et une portion de cylindre.

Les deux demi-flèches pénètrent de toute leur épaisseur entre les flasques, et une entaille d'un centimètre de profondeur dessine, en saillie sur chaque face de contact avec les flasques, exactement le même contour que la face intérieure du flasque présente en creux; ainsi, en regard de l'entaille du flasque, se présente un surcroît d'épaisseur de la flèche et réciproquement; les entailles s'enboîtent donc l'une dans l'autre et forment un excellent assemblage: l'expérience de quelques années montrera si ce mode de réunion est préférable au système des rondelles. Les deux parties de la flèche sont encore entaillées en dessous pour s'assembler avec le corps d'essieu en bois.

La flèche forme avec le sol un angle d'environ 20° d'ouverture.

On a conservé à l'essieu sa longueur de $1^{\text{m}},92$ et la même projection verticale; mais son tracé horizontal a été modifié en portant sa largeur au milieu à $0^{\text{m}},14$, pour le rendre capable d'une plus grande résistance à l'action du tir; il est limité latéralement par des plans verticaux tangents aux fusées.

La *vis de pointage* et les *roues* de l'affût de 6 ont été données à l'affût bifurqué. L'*écrou* porte, avons-nous dit, à sa partie antérieure une rondelle; il est un peu plus abaissé, afin d'augmenter l'angle de projection maximum de la bouche à feu.

La section des deux demi-flèches est rectangulaire: le rapport de sa hauteur à sa largeur a été déterminé pour donner à la flèche une grande solidité, particulièrement vers l'encastrement des tourillons où l'effort du tir est très-considérable. L'essieu, renforcé dans le sens horizontal, résiste mieux à l'action du tir et n'est plus exposé à se courber par suite de l'inertie des roues. Cet affût, n'exigeant pas pour sa

flèche des pièces de bois d'un aussi fort équarrissage, est d'une construction moins coûteuse; son poids total est un peu inférieur à celui de l'affût de 6, puisque sa bouche à feu étant prise pour unité, il pèse 1,20 : ce poids, encore trop considérable pour une bouche à feu aussi légère, est le résultat de la grande pesanteur des ferrures et du fort équarrissage donné aux pièces de bois, afin de proportionner leur solidité à la fatigue occasionnée par le tir des shrapnels.

Depuis quelque temps, on a appliqué le même genre de construction à de nouveaux affûts de 12. Si l'on coulait en bronze des canons courts de 24, ils pourraient être montés sur ces affûts, et l'on obtiendrait ainsi une bouche à feu aussi mobile que le canon de 12 court, capable de plus grands effets, parfaitement convenable pour entreprendre les premières opérations d'un siège, et excellente pour ricocher les ouvrages de campagne.

Réunis en batterie spéciale ou répartis dans nos batteries de 12 de campagne, les canons de 24 courts deviendraient de parfaits obusiers pour le tir des obus ordinaires ou des shrapnels.

L'affût bifurqué de 12 emploie la vis de pointage de l'affût ordinaire destiné au canon de 12.

Mode de chargement des bouches à feu de campagne.

— Il faut, pour servir une bouche à feu de campagne, un chef de pièce, six servants à la pièce de 6 ou à l'obusier, et huit à la pièce de 12. Nous avons vu que les armements et une partie des assortiments sont portés par l'affût lui-même. Le coffre d'avant-train, dont nous nous occuperons au V^e livre, quand nous étudierons les affûts sous un nouveau point de vue et que nous les considérerons principalement comme voitures au lieu d'y voir une machine simplement destinée à disposer la bouche à feu pour le tir, contient les autres assortiments, savoir : les deux *sacs à charges* (trois à la pièce de 12) ou les deux *banderoles porte-obus*, la *boîte à pulvérin* et les deux *paires de manchettes*, aux obusiers.

Le sac à charges est un sac de cuir à deux poches : pour le service à la pièce de 6, on met dans chacune d'elles une cartouche à boulet ; à la pièce de 12, on met dans l'une le boulet, et dans l'autre la charge. Le *rabat* de cuir qui recouvre les charges les préserve du feu, et une *banderole* avec *boucle* de cuivre suspend le sac sur l'épaule droite du pourvoyeur.

La banderole porte-obus, destinée à préserver l'obus et la charge pendant le trajet du coffre à munitions à la pièce, se compose d'un *tablier* de cuir suspendu au cou du servant à l'aide d'une *grande courroie* terminée à sa partie inférieure par un *anneau* de cuivre, et d'une *petite courroie à boucle*. La grande courroie porte, en son point de jonction avec la petite, un *crochet* de cuivre dans lequel on engage l'anneau quand on veut recouvrir l'obus avec le tablier. Sur la grande courroie, au-dessous du crochet, est assujettie, par une *lanière* passant dans deux *œillets*, la *gaine* en cuivre du *couteau*. Le couteau et son *manche* sont de fer ; une *lanière* le relie à la *chape* de la boucle en cuivre de la petite courroie. Pour décoiffer les shrapnels, le couteau est remplacé par un *boutoir*, espèce de ciseau en fer.

Avec les premiers canons de campagne on lançait des boîtes remplies de balles de plomb, nommées boîtes à mitraille ; aujourd'hui ils tirent à boulets et à balles.

En campagne, où l'on ne craint point de blesser les troupes amies, parce qu'elles ne se placent jamais dans la direction du tir de l'artillerie, comme l'exigent souvent les travaux de l'attaque pendant un siège, les boulets sont *ensabotés* afin d'augmenter la justesse du tir et de retarder les dégradations de la bouche à feu ; en d'autres termes, les boulets sont assujettis sur un sabot de bois au moyen de deux *bandelettes* de fer-blanc recroisées, l'une étant introduite dans une *fente* pratiquée au milieu de la longueur de l'autre. Le sabot, d'une construction analogue à celui des boîtes à balles, reçoit le projectile dans un évidement hémisphérique de sa partie supérieure ; le rayon de cet héli-

sphère est un peu plus grand que le rayon du boulet : de cette manière, le projectile ne peut jamais jouer le rôle d'un coin pour briser le sabot, quand l'humidité a gonflé le bois. Deux clous étamés assujettissent les bandelettes dans la rainure du sabot. Aux munitions pour les pièces de 6, le sabot est engagé dans la partie supérieure du sachet qui renferme la charge; un tour de ficelle dans la rainure du sabot, posé d'aplomb sur la poudre, réunit la charge au projectile et forme la *cartouche*.

L'usage des cartouches fut introduit au seizième siècle par les habitants des Pays-Bas.

Les cartouches n'ont pas été adoptées pour le service des canons de 12, parce que, dans le transport, les cartouches de ce calibre éprouvent trop de dégradations; et la charge de l'obusier long variant avec l'effet à produire, il était impossible de faire des cartouches pour le service de cette bouche à feu.

A côté des avantages incontestables de l'emploi des cartouches sous le rapport de la simplicité et de la promptitude du chargement, ce système offre des inconvénients : ainsi l'on a vu des canonniers introduire des cartouches le boulet en avant. L'obus de 15 pouvant être introduit à la main au fond de la chambre, on ne l'a pas ensaboté, mais pour l'obusier long, il a fallu le faire : car la grande longueur d'âme de cette bouche à feu oblige de pousser l'obus avec un refouloir. Or, de deux choses l'une : ou le refouloir comprimerait la fusée et la briserait, ou celle-ci se placerait latéralement, arc-bouterait le projectile en s'appuyant contre la paroi de l'âme, et se briserait si l'on fait effort pour enfoncer le projectile. Par l'ensabotage, on évite ces inconvénients et l'on empêche l'obus de se casser en choquant la paroi.

La face inférieure du sabot porte, comme celle de la boîte à balles destinée à la même bouche à feu, un crochet de cuivre pour attacher le sachet de la charge au moment de l'introduire dans la pièce. Parallèlement au crochet, deux *entailles* latérales sont destinées à s'appliquer entre deux tringles verticales,

fixées à la case du coffre à munitions pour empêcher le déplacement du projectile pendant les transports. Trois *bandelettes* de fer-blanc assujettissent l'obus dans son logement hémisphérique du sabot; ces bandelettes sont réunies à un *anneau* de même métal qui entoure la tête de la fusée, et la maintient sous une inclinaison de 45° à l'axe du sabot. Par cette disposition, le refouloir ne presse jamais la fusée et celle-ci ne peut rencontrer la paroi de l'âme. Les trois bandelettes sont clouées sur le sabot, et les deux plus courtes, égales en longueur, ont une direction oblique à son axe; à la plus longue des bandelettes, établie dans un même plan méridien avec le crochet de la base du sabot, on a soudé un *anneau* de laiton contre l'anneau de fer-blanc. Un *cordage*, attaché à cet anneau par l'une de ses extrémités au moyen d'un nœud coulant, est arrêté sur la base du sabot par un *nœud* fait à son autre extrémité, après l'avoir engagée dans un trou pratiqué obliquement au travers du bord inférieur du sabot, et débouchant sur la base près de la pointe du crochet. Au moyen de ce cordage, employé comme une anse, le servant retire le projectile ensaboté de la case du coffre à munitions, où il est couché, la fusée à la partie supérieure; avant d'introduire le projectile dans l'âme de la bouche à feu, il défait le nœud coulant et enlève le cordage en le retirant par le nœud.

La fusée métallique des shrapnels affleurant la surface du projectile, ces obus n'exigent pas ce dispositif. Toutefois, pour éviter leur rupture et pour d'autres motifs que nous examinerons plus loin, ces projectiles sont également ensabotés, mais par un nouveau procédé, adopté pour tous les projectiles, et qui trouvera sa place au IV^e livre.

Les shrapnels ont été introduits dans notre armée en 1855; les Turcs en avaient déjà fait usage vers l'année 1522, mais ils les abandonnèrent bientôt faute d'une fusée convenable; ces projectiles reparurent en 1803, quand le général Shrapnel trouva le moyen de les employer utilement. Avant de placer

le shrapnel dans la bouche à feu, on décoiffe la fusée avec le boutoir et l'on perce la lumière selon la distance du but : cette opération se fait sous les yeux du chef de pièce.

Dans les batteries de siège, de place et de côte, il n'y a pas grand inconvénient à employer trois artifices différents pour enflammer la charge de la bouche à feu; mais sur le champ de bataille la complication est très-manifeste; car, le service de la pièce peut être momentanément interrompu et peut même devenir impossible, si l'un des trois artifices est mal confectionné ou avarié; et la lance à feu répandant sur le sol des gouttes de composition enflammée, son usage n'est pas exempt de danger.

Une modification ingénieuse apportée à la confection de l'étoupille ordinaire par le lieutenant Borrekens, de notre artillerie, supprime la lance à feu et la mèche. Ce résultat est obtenu en fixant par une ligature dans la partie supérieure d'une étoupille ordinaire sans rebord ni amorce, la *queue* d'une *cheminée* de cuivre, dont la *tête* cylindrique est coiffée d'une *capsule fulminante*; le *corps* de la cheminée, en calotte sphérique, présente sa *base* plane du côté du cartouche de l'étoupille et joue le rôle d'un corps dur, destiné à faciliter la détonation de la capsule; enfin la queue située sous le corps est légèrement étranglée, pour maintenir convenablement la ligature : le logement de la queue est foré dans la composition de l'étoupille au moyen d'une mèche.

Le *percuteur* complète la modification apportée au mode de communication du feu à la charge des pièces de campagne.

Les premiers percuteurs, consistant en un simple marteau à main, exigeaient des servants d'une adresse peu commune, pour ne point frapper à faux et pour éviter le rejet du marteau par les gaz qui s'échappent de la lumière.

Depuis longtemps nous avons adopté un *appareil à percussion*, assujetti sur la bouche à feu et composé de quatre parties : un *marteau* de fer constitue le percuteur; une *lumière*

mobile, également de fer, reçoit l'étoupille; et, comme l'indique son nom, un *support* de bronze réunit à l'aide d'un *boulon* les différentes parties de l'appareil.

Le *manche* du marteau est recourbé afin de donner une plus grande force percutante à sa *tête*, sans cependant l'éloigner assez de l'extrémité du manche pour priver le coup de rectitude; un *cylindre*, placé perpendiculairement à son extrémité, l'élargit considérablement et l'empêche de dévier pendant son mouvement de rotation autour du boulon horizontal qui le traverse. La *panne* de la tête, dirigée perpendiculairement au rayon du cercle décrit, a peu d'étendue afin de concentrer toute l'action du choc sur la capsule de l'étoupille.

Si la lumière mobile, ou *fausse lumière*, ne pouvait, comme le marteau, être rejetée en arrière, elle gênerait le pointage; aussi les extrémités de ses *branches latérales*, qui s'appliquent extérieurement aux montants du support, permettent la rotation de la lumière mobile autour du boulon. Le cylindre du manche est placé à l'intérieur des montants. En bifurquant la *branche du milieu*, terminée par la *fausse lumière* proprement dite, dans le but de former les branches latérales, on donne à la partie postérieure de la lumière mobile l'écartement nécessaire à sa fixité. Un *canal* cylindrique perce la fausse lumière suivant son axe et reçoit l'étoupille.

Dans la base du support cintré en dessous, pour s'appliquer sur la surface extérieure de la pièce de 12, on a pratiqué trois *mortaises* qui donnent passage à trois *vis à tête percée* destinées à assujettir l'appareil sur la gauche de la bouche à feu, à hauteur de la lumière : l'une des mortaises est sur le devant, les deux autres vers la queue du support.

Le boulon, axe de rotation du marteau et de la lumière mobile, a une *tête* en calotte sphérique : son *bout fileté* porte un *écrou*.

Voici comment fonctionne l'appareil.

Le brigadier pointeur rejette en arrière le marteau et la lumière mobile, pour boucher la lumière pendant le charge-

ment ; dans cette position, le manche du marteau repose par son *dos* sur la *queue* du support ; le pointage terminé, le brigadier rabat d'une main la lumière mobile, et de l'autre y place une étoupille : de telle sorte que le corps de la cheminée pose bien à plat sur la partie supérieure de la fausse lumière ; il se porte alors en arrière en saisissant de la main droite une *courroie* fixée à un *œil* ou *piton* situé en dessous du manche du marteau, près du cylindre, et agit sur la courroie pour abattre le percuteur.

Quand le marteau est relevé en arrière, cette courroie, destinée à faire fonctionner l'appareil, est logée dans les *gorges* creusées au dos du manche et à la partie supérieure de la queue du support ; deux *plaques* de tôle, rivées latéralement sur la queue et réunies vers leurs extrémités par une espèce de *poulie fixe*, contribuent à diriger la courroie dans le plan de symétrie du marteau.

Le même modèle d'appareil sert à toutes les bouches à feu de campagne ; pour l'adapter à une pièce de 6 ou à l'obusier, on place sous la base du support une *plaque* dont la surface inférieure est concentrique au tronc de cône extérieur de la bouche à feu : cette plaque est percée pour donner passage aux vis du support.

Malgré l'emploi d'une fausse lumière, inclinée de 30° sur l'axe de la lumière de la bouche à feu, les gaz qui s'en échappent rejettent souvent le percuteur avec beaucoup de violence en arrière, et après quelque temps la lumière mobile est dérangée de sa position ; l'écroutissement du métal de la bouche à feu, par suite des chocs répétés, contribue aussi à faire varier la direction de la gerbe de feu de l'étoupille et à déformer la lumière. Le rayon du cylindre du marteau, bras de levier de la puissance, n'est pas assez grand pour abattre le marteau avec une force suffisante : si l'on tire la courroie avec peu de force, la capsule ne détone pas, et la courroie se rompt quand on agit avec trop d'effort.

Les coupures obliques ou longitudinales de la courroie, occasionnées par les arêtes des gorges du dos du marteau et de la queue du support, qui jouent le rôle de ciseau pour couper la courroie, quand on rejette le marteau en arrière avant de charger la bouche à feu, contribuent beaucoup à déterminer sa rupture : ces coupures obliques tiennent à la grande hauteur des roues, qui empêche de tirer la courroie suivant la direction de l'axe du marteau, et fait reposer la courroie sur les plaques de la queue du support.

Dans de nouveaux appareils que l'on substitue aux anciens à mesure que leur remplacement devient nécessaire, un *arrêt*, semblable au rivet en forme de poulie fixe, traverse la queue du support près des montants et empêche la compression de la courroie par le dos du marteau ; en outre, l'œil, placé en dessous du manche, a été élargi et arrondi afin de recevoir une courroie, ronde dans sa partie en contact avec l'appareil : la courroie ronde est formée d'une courroie ordinaire, cousue sur une longueur de 0^m,50 à 0^m,60.

Un seul projectile ennemi, ou le moindre choc accidentel pendant les manœuvres de force, peuvent mettre l'appareil hors de service, et ses réparations sont très-difficiles à exécuter en campagne. Enfin, le mode de fixation de l'appareil complique la bouche à feu et diminue sa résistance.

Néanmoins, malgré ses défauts, l'appareil à percussion procure plus de célérité au feu, facilite le tir par salve et donne un départ plus instantané du coup. Cela tient au fulminate de mercure dont est chargée la capsule : brûlant plus rapidement que l'amorce de l'étoupille ordinaire, il produit un jet de feu plus rapide et par suite une explosion plus violente de l'étoupille. L'emploi de l'étoupille à percussion donne donc plus de chance d'atteindre un objet mobile que si la bouche à feu était amorcée avec une étoupille ordinaire.

LIVRE III.

POINTAGE ET TIR.

CHAPITRE PREMIER.

THÉORIE DU TIR DES ARMES A FEU.

L'inflammation de la charge transforme très-rapidement la poudre en produits gazeux, qui, en vertu de leur haute température et de leur densité, exercent en tous sens une énorme pression (estimée par Rumfort à 50,000 atmosphères) sur les parois du tube qui les renferme; du côté de la culasse ils rencontrent un obstacle, mais ils peuvent se dilater vers le projectile; la masse gazeuse se met donc en mouvement en chassant le mobile devant elle, avec d'autant plus de vitesse que sa masse et sa force élastique sont plus considérables. Sorti du canon, le projectile continuerait à se mouvoir indéfiniment en ligne droite suivant la direction de l'axe de l'âme, appelé pour cette raison *ligne de tir*, si de nouvelles forces ne venaient modifier ou détruire en partie l'effet de la première. Mais aussitôt

que le projectile n'est plus soutenu par la paroi du tube, une force accélératrice constante vient ajouter son action : c'est la pesanteur qui attire tous les corps graves vers le centre de la terre. Le projectile est donc alors sollicité par deux forces ; la seconde l'écarte de plus en plus de sa direction primitive, et enfin il vient tomber sur le sol. D'après cela on conçoit déjà que la portée d'une arme à feu croît, dans certaines limites, avec l'ouverture de l'angle formé par la ligne de tir et l'horizon.

Les troupes d'infanterie ou de cavalerie et le matériel contre lesquels on dirige le tir, occupant sur la surface de la terre une zone dont la hauteur varie entre 1^m,90 à 2^m,85, le projectile y pénètre avant de toucher le sol ; la projection de la partie de sa trajectoire comprise dans cette zone porte le nom d'*espace dangereux* : car elle mesure bien en effet le seul espace où s'exerce l'œuvre de destruction du projectile. L'étendue de l'espace dangereux croît donc avec la hauteur de l'objet à battre, et varie en raison inverse de l'angle de chute du projectile.

La *trajectoire*, ou le chemin parcouru par le mobile sous l'influence de la force motrice, de la pesanteur, est, d'après le calcul, une parabole ; par suite, la solution mathématique des problèmes de la balistique serait très-facile, si une troisième force, dirigée suivant l'élément de la trajectoire et en sens contraire du mouvement, ne venait compliquer la question en diminuant la portée du projectile, en donnant à son angle de chute plus d'ouverture qu'à l'angle de projection, en rapprochant le point culminant de la trajectoire du point de chute, et en occasionnant des perturbations dans son mouvement. Cette force retardatrice est la résistance dans l'air, dont on ne connaît pas la loi ; en sorte que la solution rigoureuse des questions balistiques est impossible par le calcul. L'influence de la résistance de l'air est très-grande ; on détermine par le calcul que si elle n'existait pas la portée du fusil serait environ vingt fois plus étendue, et celle des canons trois à quatre fois plus

grande ; la résistance de l'air a donc plus d'influence sur les petits projectiles que sur les gros : nous en verrons plus loin les motifs. La trajectoire des bombes s'approche davantage du mouvement parabolique, leur calibre étant plus fort et leur vitesse moins grande ; mais c'est aussi de tous les tirs le plus inexact, parce que la grande courbure de la trajectoire exige une régularité parfaite dans la portée pour ne pas manquer le but disposé ordinairement dans le sens horizontal.

Pointage.

Pointer une arme à feu, c'est la diriger de manière à frapper un but déterminé.

La forme de la trajectoire dépend de l'angle de projection et de la vitesse du projectile.

L'épaisseur des parois du canon des armes à feu étant généralement plus forte à la culasse que vers la bouche, la ligne tangente au métal en ses points les plus élevés coupera la trajectoire sous un angle aigu et à peu de distance de la bouche ; au delà de cette première intersection, la trajectoire sera située au-dessus de cette tangente, pour venir la recouper une seconde fois au point de *but en blanc naturel*.

Cette propriété a fait donner à la ligne supérieure du métal le nom de *ligne de mire*, parce que cette ligne, facile à suivre de l'œil, fournirait un excellent moyen de direction de l'arme, si, relativement à la trajectoire, sa position était invariable dans les limites ordinaires de l'angle du tir à la guerre ; il suffirait alors de la diriger sur un objet quelconque pour être théoriquement certain que le projectile, lancé avec une vitesse constante, ira atteindre le but s'il est situé à la distance de but en blanc. Or, d'après l'expérience, pour des angles de projection s'étendant de 0 à 14° ou 15° au-dessus et au-dessous de l'horizon, la position relative des lignes de mire, de tir et de la

trajectoire ne varie pas sensiblement. Le calcul est en cela parfaitement d'accord avec l'expérience; il prouve que dans le tir à grande vitesse, quand l'élévation du but est peu considérable et l'angle de projection peu ouvert, c'est-à-dire dans les cas les plus ordinaires du tir des canons et des obusiers, l'angle formé par la ligne de tir avec la droite de jonction de la bouche à feu au but, est à peu près indépendant de la hauteur du but.

Cette observation sert de point de départ pour la détermination des moyens de pointage des armes à feu.

Quand l'angle de projection dépassera ces limites et que l'on tirera de bas en haut, l'action de la pesanteur courbant davantage la trajectoire, il faudra pointer un peu au-dessus du but, et un peu au-dessous si le tir s'exécute de haut en bas.

Au reste, nos affûts ne permettent pas aux bouches à feu de dépasser ces limites d'inclinaison, entre lesquelles les principes du pointage sont approximativement exacts; un terrain fortement incliné pouvant seul nécessiter un plus grand angle de projection.

Si l'on relève progressivement la ligne de mire en la faisant pivoter autour de son point d'appui sur la culasse sans changer la position de la trajectoire, on obtient une série de *buts en blanc artificiels*, toujours plus rapprochés de la bouche du canon; celui dont la distance est un minimum répond à la position tangentielle des deux lignes, et l'angle de mire correspondant indique la plus petite différence des épaisseurs du métal à la culasse et à la bouche, qui procure un but en blanc naturel au canon.

D'après cela, le fusil armé de sa baïonnette et certains obusiers n'ont pas de but en blanc naturel, leur ligne de mire et de tir étant parallèles.

En imprimant à la ligne de mire un mouvement de rotation autour de son point d'appui à la bouche du canon, l'angle de mire augmente progressivement, et le but en blanc artificiel correspondant s'éloigne à mesure que la ligne de mire s'élève au-

dessus de la culasse; en d'autres termes, la distance du but en blanc naturel d'une arme croît avec son *angle de mire naturel*.

On donne le nom d'angle de mire naturel à l'angle aigu formé par les lignes de tir et de mire.

Il résulte des observations ci-dessus que si l'on établit le *plan vertical de tir* du canon, c'est-à-dire le plan vertical qui contient la ligne de tir et l'axe du but, de manière à passer par l'objet à battre, la question du pointage se réduit à rechercher une ligne de mire artificielle dont le point de rencontre avec la trajectoire soit situé à une distance donnée de la bouche du canon.

Par une première opération du pointage on disposera donc le plan vertical de symétrie du canon dans la direction du but; une seconde opération lui donnera l'élévation convenable.

L'angle de mire naturel a pour tangente la différence des diamètres à la culasse et au plus grand renflement de la bouche, divisée par la distance des deux cercles auxquels appartiennent ces diamètres. Pour déterminer la ligne de mire, il faut donc prendre les deux points de la bouche à feu le plus éloignés possible l'un de l'autre, afin de faire correspondre à une faible variation de l'angle de mire une grande différence entre les perpendiculaires abaissées des extrémités de la ligne de mire sur l'axe du canon : c'est pourquoi on adopte pour ligne de mire la droite tangente aux deux extrémités de l'arme.

L'angle de mire naturel est :

aux fusils de		0° — 15' — 36"
aux canons de 24	{ de siège	1° — 0' — 1"
	{ de place	0° — 59' — 59"
, de 18	{ de siège	1° — 0' — 2"
	{ de place	0° — 59' — 58"
, de 12	{ de siège	1° — 0' — 1"
	{ de place	1° — 0' — 2"
	{ de campagne	1° — 0' — 0"

aux canons de 6	{ de siège	0° — 59' — 58"
	{ de place	0° — 59' — 57"
	{ de campagne	0° — 59' — 59"
au canon à bombe de 10 pouces		1° — 53' — 15"
, 8 ,		2° — 27' — 4"

On a déterminé ces angles de manière à faire correspondre la portée du but en blanc avec la distance du tir usuel à la guerre. La distance du but en blanc dépend de l'ouverture de l'angle de mire naturel, et varie avec le calibre, la charge et le poids du projectile; ces deux quantités n'étant jamais rigoureusement les mêmes d'un coup à l'autre, une même arme n'a pas une *portée du but en blanc* constante. Les nécessités du service ont fait adopter pour les armes portatives et les canons de campagne une charge constante; par suite, leur portée de but en blanc varie peu.

Avec le fusil sans baïonnette tirant à la charge ordinaire, elle est d'environ 180 pas de 0^m,65 ou de 2 pieds.
 , le mousqueton. 300 ,
 , le canon de 6 775 pas de 0^m,75, ou $\frac{1}{4}$ de mètre.
 , , 12 800 ,

Les charges du tiers du poids du projectile donnent au canon long de 6 une portée de but en blanc de 800 pas.
 , 12 , , 850 pas.
 , 18 , , 900 pas.
 , 24 , , 950 pas.
 , 36 , , 1000 pas.
 , 48 , , 1070 pas.

La différence entre le pas employé à l'estimation des distances pour le tir des armes portatives et des bouches à feu tient à ce que le fantassin, dans le rang, fait des pas de 0^m,65, tandis que le canonnier isolé qui mesure une distance fait des pas de 0^m,75.

Pour tirer aux différentes distances avec une arme dont la charge est constante, il suffit donc de faire varier l'angle de

tir ou de projection ; en d'autres termes, la question du pointage est ramenée à la solution de ce problème : déterminer l'angle de projection sous lequel il faut lancer un projectile avec une charge donnée, pour atteindre à une distance connue. Par conséquent, si, à côté de la ligne stable qui marque le but en blanc naturel, on trouvait le moyen d'en créer un petit nombre d'autres faciles à distinguer, indiquant les distances habituelles du tir et la limite au delà de laquelle il cesse d'être efficace, l'arme acquerrait plus de valeur. Ce but a été atteint au moyen de la *hausse* et du *contrôleur*.

Le premier de ces instruments se place sur la culasse et procure différentes lignes de mire artificielles ; le second est établi en arrière du bourrelet en tulipe des bouches à feu, pour exhausser la ligne de mire et amener son parallélisme avec la ligne de tir. L'emploi isolé ou simultané de ces deux instruments donne un certain nombre de lignes de mire artificielles et un même nombre de buts en blanc, situés en deçà et au delà du but en blanc naturel de l'arme.

Voyons comment on détermine la hauteur de la hausse pour atteindre un objet situé à une distance donnée. On cherche, par expérience, sur un terrain horizontal, l'angle de tir α , sous lequel on doit établir la bouche à feu pour porter le projectile au but ; cet angle déterminé, on connaît aussi l'angle de mire artificiel correspondant : car, en terrain horizontal, ces deux angles sont égaux. Cela posé, dans le triangle rectangle formé par la ligne de mire, la parallèle à l'axe du canon menée par le point culminant de la volée, et une portion du rayon de la culasse, égale à la différence $R - r$ des rayons à la culasse et à la bouche, augmentée de la hauteur de hausse cherchée, on connaît un des angles α et l'un des côtés l de l'angle droit, c'est-à-dire la longueur du canon ; l'autre côté est donc égal au produit de la tangente de l'angle α par la longueur l . De cette égalité, on déduit la hauteur de hausse cherchée $x = l \tan \alpha + r - R$.

Pour frapper un objet placé en deçà du but en blanc naturel, il faudrait déterminer une ligne de mire formant avec l'axe de l'âme un angle moins ouvert que l'angle de mire naturel; si l'on conserve le sommet du métal à la bouche, pour extrémité de la ligne de mire, on sera donc conduit à l'emploi d'une hausse négative. Mais si, au moyen du contrôleur, on exhausse cette partie du métal jusqu'à lui donner l'épaisseur de la culasse, la ligne de mire, menée tangentiellement au contrôleur et parallèlement à notre ligne de mire négative, passera au-dessus du point le plus élevé de la culasse et correspondra à une hausse positive. Ainsi, on obtiendra un but en blanc artificiel situé en deçà du but en blanc naturel, en plaçant le contrôleur vers la bouche du canon, afin d'amener le parallélisme des lignes de tir et de mire, et l'on calculera, comme ci-dessus, la hausse nécessaire : elle sera naturellement inférieure à la différence d'épaisseur des rayons à la culasse et à la bouche.

En visant par les points culminants de la culasse et du contrôleur, la trajectoire reste au-dessous de la ligne de mire et l'on obtient la plus petite portée.

L'emploi simultané de la hausse et du contrôleur présente le grand inconvénient d'exiger deux hommes pour le pointage.

Quand on établit une hausse, il faut s'attacher à lui donner une grande simplicité et de la solidité, afin de faciliter son emploi par des hommes d'une intelligence ordinaire.

La hausse acquerra de nouvelles qualités, si les divisions diffèrent suffisamment entre elles pour que d'un simple coup d'œil le chef puisse s'assurer de l'exactitude du pointage, si le même instrument convient à toutes les espèces de tir, même au tir de nuit, et s'il n'induit pas en erreur quand le plan de symétrie de l'arme est incliné.

La hausse étant exposée à se perdre en campagne, il n'est peut-être pas inutile de connaître la relation entre la hausse x

et l'exhaussement ou l'abaissement y de la ligne de mire naturelle, au-dessus ou au-dessous d'un but situé à la distance c , pour l'atteindre. A cet effet, abaissons du but une perpendiculaire sur la parallèle à la ligne de tir menée par l'extrémité du canon; le triangle rectangle formé par ces deux lignes et la ligne de mire prolongée est semblable au triangle employé pour l'évaluation de la hausse; et si nous prolongeons la ligne de mire naturelle du canon, elle divisera chacun de ces triangles en deux autres semblables deux à deux. Ces triangles semblables nous donnent la relation $y = \frac{xc}{l}$.

Ainsi, pour pointer sans hausse on dirigera la ligne de mire naturelle au-dessus ou au-dessous du but, d'une quantité égale à la hauteur de hausse qu'il faudrait employer, multipliée par la distance du but et divisée par la longueur de l'arme.

Mais on pourrait se trouver à une trop grande distance du but pour estimer exactement, à l'œil, une longueur donnée au-dessus ou au-dessous du point à battre. Dans ce cas, il est bon de savoir le rapport entre la hauteur de hausse et l'abaissement ou l'exhaussement du bouton de culasse, à la partie de sa hauteur correspondante à la visée de but en blanc. Désignons par l la distance de l'axe des tourillons à l'extrémité du bouton de culasse, et par x' l'exhaussement ou l'abaissement de cette extrémité; entre x' et x existe la relation $\frac{x'}{x} = \frac{l}{l'}$, d'où : $x' = \frac{ly}{c}$, en éliminant la hauteur de hausse entre les deux égalités précédentes.

Dans le premier mode de pointage sans emploi de hausse, on visera d'une longueur y au-dessus du but à toutes les distances supérieures à celle du but en blanc; et au-dessous, pour obtenir un point de chute situé en deçà. Dans le second mode, pour atteindre un but situé au delà du but en blanc, on abaissera le bouton de culasse d'une quantité x' au-dessous de sa position quand la pièce est pointée de but en blanc sur l'objet

à battre; dans le cas contraire, on exhaussera le bouton de culasse.

Les hausses devraient être très-élevées pour convenir au tir sous de grands angles, et deviendraient alors d'un emploi fort incommode; aussi se sert-on d'un *quart de cercle* au lieu de hausse, dans cette circonstance. Le quart de cercle, dont le nom indique la forme, porte un *pendule* et se place sur la partie supérieure dans le plan de symétrie du canon; le pendule mesure l'inclinaison de la ligne de mire naturelle, et l'angle de projection s'en déduit en y ajoutant l'angle de mire naturel de l'arme. Le quart de cercle est particulièrement employé dans le tir de place et de côte, car les bouches à feu destinées à ce service s'exécutent avec des charges variables suivant le but qu'on se propose : veut-on ébranler ou renverser un obstacle, le projectile devra posséder une faible vitesse; s'il doit détruire des masses couvrantes et d'une grande résistance, elle devra être considérable; par suite, la charge de ces bouches à feu n'est pas constante, et à chaque charge employée correspond un but en blanc particulier. La hausse serait donc d'une complication nuisible à son emploi par les canonniers, si elle portait un grand nombre d'indications; c'est pourquoi, avec ces bouches à feu, on fait usage d'un quart de cercle et de *tables de tir* qui indiquent l'angle de projection et la charge nécessaire pour atteindre à une distance donnée.

Quand on tire sous de petits angles, une légère erreur dans l'inclinaison de l'axe de l'âme, très-sensible avec la hausse, est inappréciable au moyen de quarts de cercle tels qu'ils peuvent être employés à la guerre. Ainsi, au point de vue de la précision du pointage, la hausse est de beaucoup préférable au quart de cercle; elle est, à la rigueur, un quart de cercle d'un rayon égal à la longueur du canon.

Sous le rapport de la promptitude du pointage, la hausse l'emporte également : elle dispense de mesurer l'inclinaison du terrain et d'ajouter ou de retrancher l'angle de mire naturel

de la bouche à feu, pour corriger l'angle de projection indiqué par la table; elle permet aussi de pointer en une seule opération. Par contre, l'emploi de la hausse exige que les tourillons soient horizontaux, sinon il faut estimer à vue la ligne supérieure du métal.

En définitive le peu d'exactitude des moyens de pointage ne doit pas être pris en sérieuse considération, car l'observation des premiers coups permet de rectifier le tir s'il y a lieu; et dans les sièges ou les places, le tir étant ordinairement très-lent, on peut se dispenser de l'emploi d'instruments de pointage, car l'on a tout le temps de mesurer soit la hauteur de la vis de pointage, soit celle du bouton de culasse.

CHAPITRE II.

POINTAGE ET TIR DES ARMES PORTATIVES.

L'opération du pointage des armes à feu portatives prend le nom de *visée*. Nous avons dit que les armes portatives emploient une charge constante ; dans son évaluation, il faut avoir égard à la quantité de poudre susceptible de se comburer pendant le parcours de l'âme par le projectile, à la justesse du tir et au recul, dont l'intensité ne peut dépasser certaines limites.

Fusil.

Avant 1840, on avait fixé la charge du fusil à 13 grammes ; depuis elle a été réduite de 2 grammes, afin de diminuer le recul ; on compte, dans cette fixation, un gramme pour l'amorce. L'expérience a cependant constaté qu'une charge de poudre égale au tiers du poids du projectile suffit pour lui donner une vitesse convenable ; or le projectile pesant 27 grammes, si l'on ne s'est pas contenté d'une charge de 10 grammes, c'est pour ne pas la réduire au delà de sa limite, quand le soldat mettra par mégarde plus d'un gramme dans le bassinet ou lorsqu'une altération de la poudre aura diminué sa force.

Afin de simplifier son emploi, le fusil ne porte pas de hausse ; il

possède une seule ligne de mire et a donc un but en blanc unique.

Comme en deçà du but en blanc la trajectoire passe au-dessus de la ligne de mire, si le but est situé à plus petite distance que 180 pas de la bouche du canon, il faudra viser plus bas pour l'atteindre; et cet abaissement de la ligne de mire égalera l'ordonnée de la trajectoire à la même distance, en prenant la ligne de mire pour axe des abscisses. Pour atteindre un but situé au delà de 180 pas de distance, il faudra, pour le même motif, viser au-dessus.

On tire ordinairement, à la guerre, avec le fusil armé de sa baïonnette : or, comme nous l'avons déjà fait observer, dans ce cas l'arme n'a plus de but en blanc et l'expérience pouvait seule enseigner les règles de tir du fusil surmonté d'une baïonnette; elle apprend que, pour frapper un homme au milieu du corps, on doit viser :

jusqu'à 150 pas de distance, à la hauteur de la poitrine;

de 150 à 200 , des épaules;

 " 200 à 250 , de la tête;

 " 250 à 300 à la partie supérieure de la coiffure.

En visant, il faut toujours diriger l'arme de manière à couvrir le but avec le guidon.

Au delà de 300 pas, il faut viser encore plus haut; mais on conçoit la difficulté d'estimer la quantité dont il faut relever la ligne de mire au-dessus du but; rien n'indiquant si l'on a visé trop haut ou trop bas, il y a impossibilité de rectifier le tir; et le bout du canon, empêchant d'apercevoir le but, augmente encore les difficultés du tir à ces distances. L'utilité d'une hausse dans ces circonstances est incontestable. Néanmoins, à l'armée, on tire bien souvent au delà de cette distance, limite en deçà de laquelle seulement les feux d'infanterie sont réellement dangereux. A 450 pas et même plus, la balle est encore d'un effet meurtrier; sous un angle de tir de 4° à 5°, elle est portée à 900 pas environ. La vitesse initiale approche 450 à 480^m par seconde.

Mousqueton de gendarmerie.

La charge des mousquetons et des pistolets est de 5^{re}, 26; mais, afin d'éviter en temps de guerre les méprises et les complications, il serait bon de ne fabriquer qu'une seule espèce de cartouche pour toutes les armes portatives : au moment de charger, le cavalier rejeterait l'excédant de poudre. L'irrégularité des charges résultant de cette manière de faire n'a pas d'influence sur le tir des mousquetons et des pistolets, trop inexact dans tous les cas pour remplir les conditions d'une véritable arme de jet.

Dans le mousqueton de gendarmerie, la ligne de mire, dirigée par le point le plus élevé du tonnerre et le pied du guidon sur l'embouchoir, fait avec la ligne de tir un très-petit angle; par suite son but en blanc est situé à environ 128 pas de la bouche du canon : au delà de cette distance on devra donc toujours viser au-dessus du but. Pour frapper un homme au milieu du corps, il faut : depuis la plus petite distance jusqu'à 128 pas, viser au milieu du corps ;

de 128 à 175 pas, viser à la poitrine ;

• 175 à 204 » aux épaules ;

• 204 à 234 » à la tête.

Quand le gendarme est à pied, il met la baïonnette au canon, alors son mousqueton n'a plus de but en blanc et il devra toujours viser au-dessus du point à battre.

Mousqueton de cavalerie.

Le mousqueton de cavalerie s'emploie généralement à cheval, d'après cela son tir ne peut être très-exact; mais la force de la cavalerie résidant surtout dans son choc et son impétuosité, son feu joue un rôle très-secondaire et sert le plus souvent d'avertissement. L'expérience enseigne également des principes de tir applicables à cette arme.

Mais l'épaisseur de l'embouchoir empêchant de diriger un rayon visuel par les points les plus élevés du tonnerre et de la bouche du canon, il faut se procurer un but en blanc artificiel, en faisant passer une ligne de mire par la partie supérieure de l'embouchoir et le pied du guidon. Le grand rapprochement de ces deux points, et la notable différence des épaisseurs correspondantes, donnent beaucoup d'ouverture à l'angle de mire, et portent le but en blanc à 300 pas. A cette distance, le tir d'une arme aussi courte ne peut être dirigé avec certitude, à cause de la grande courbure de la trajectoire occasionnée par la faible charge employée; partant, il faudra toujours viser plus ou moins au-dessous du but pour l'atteindre. Ainsi, jusqu'à 105 pas, on visera directement au milieu du corps pour atteindre un homme en ce point, et depuis 105 jusqu'à 240 pas, on visera à la hauteur des genoux.

Si l'on dirigeait la ligne de mire par le tonnerre et la partie supérieure de l'embouchoir, il n'y aurait plus de but en blanc naturel, et il faudrait à toutes les distances viser au-dessus du but. D'ailleurs, que l'on fasse usage du mousqueton, soit à pied, soit à cheval, tirant contre un fantassin ou un cavalier, les principes du tir sont les mêmes; car jamais, dans les deux cas, l'angle de tir ne dépasse les limites entre lesquelles le but en blanc est à peu près stable.

Pistolets.

Le tir des mousquetons a cependant moins d'incertitude que celui des pistolets. Cette arme, tirée d'une seule main, n'a qu'un point d'appui vacillant; en outre, le peu de longueur du canon détermine la ligne de mire par deux points très-rapprochés et la rend fort difficile à distinguer: aussi n'emploie-t-on jamais cette arme à plus de 45 pas de distance au maximum: il n'y a donc pas lieu d'avoir égard au but en blanc du pistolet. Jusqu'à 30 pas de distance on visera directement; à 45 pas on vise à la poitrine pour toucher à la ceinture.

CHAPITRE III.

POINTAGE ET TIR DES MORTIERS.

Différentes espèces de tir des mortiers.

Pour atteindre les bouches à feu sans embrasure placées contre les traverses et les mortiers établis sur les courtines, frapper les défenseurs placés derrière les faces d'ouvrages non ricochables, inquiéter les communications, détruire les épaulements et les traverses, enfoncer les casemates, les voûtes et les blindages, démolir les habitations et les édifices, lancer des balles à feu et à éclairer, etc., les mortiers sont d'un fort bon usage dans les sièges.

Ils contribuent efficacement à la défense en éclairant les abords de la place, incendiant les dépôts, détruisant les batteries, inquiétant les travailleurs et les servants, enfin en contrariant les approches et enfonçant les magasins à poudre construits dans les batteries. En général, quand les circonstances s'opposent à l'emploi des canons, les mortiers dirigent sur l'ennemi leurs feux *verticaux*.

Selon l'ouverture de l'angle de projection, les mortiers exécutent un *jet élevé*, un *jet rasant* ou un *tir à ricochet*.

Jet des bombes. — La destruction des abris très-résistants, qui exigent une grande force de percussion pour se laisser ébranler, demande un tir élevé; on pointera donc le mortier sous un angle voisin de 60° . Mais dans un terrain mou, la bombe lancée sous de grands angles de projection s'enfonce profondément et ses éclats restent tous dans le sol; par conséquent, si l'on veut produire latéralement beaucoup d'effet, l'angle de 30° environ doit être préféré: de cette manière le projectile ne s'enfonce pas dans le sol, et ses éclats décrivent des trajectoires rasantes. Ce genre de tir convient particulièrement à la défense des places quand on veut atteindre les travailleurs aux batteries.

L'effet produit par les bombes dépend essentiellement du plus ou moins de hauteur de chute; l'angle de projection est donc, par le fait, déterminé quand on connaît la nature de l'objet à atteindre. On consultera alors des tables de tir, résultat d'expériences indiquant la charge et l'angle de tir correspondant pour porter la bombe à la distance voulue.

Un grand nombre d'expériences faites avec les mortiers ont fourni les indications suivantes :

Les portées obtenues avec une charge donnée sont, à fort peu près, égales sous les angles de tir de 30° ou 60° , et plus faibles de 100 pas que les portées fournies par le tir à 45° , angle de la plus grande portée; ceci n'est rigoureusement exact que dans le vide, mais, pour plus de simplicité, nous admettrons ces principes comme applicables au tir des mortiers dans un milieu résistant: car, nous avons déjà eu occasion de le dire, il s'approche beaucoup du mouvement parabolique.

A des distances égales, le temps du trajet de la bombe est, à peu de chose près, le même pour tous les calibres.

Pointé sous 45° , le mortier de 29 atteint aux distances de 400, 500, 600, 700 et 800 pas avec des charges de 400, 500, 600, 700 et 800 grammes; ainsi, une augmentation de 100 grammes dans la charge accroît la portée d'un même nombre de pas.

D'après ces données, veut-on communiquer au projectile une grande force de percussion, on inclinera le mortier sous l'angle de 60° , et l'on emploiera la charge correspondante au tir sous 45° à une distance plus grande de 100 pas que celle de l'objet à atteindre. La même charge portera la bombe au but, mais elle le frappera moins violemment, si le mortier est pointé sous 30° .

Au mortier de 20 en ajoutant 30 grammes à la charge, on augmente la portée de 150 pas; et, sachant que 100 grammes de poudre portent la bombe à 250 pas, on connaît par le fait la charge nécessaire aux distances de 400, 550, 700 et 850 pas.

Une charge de 40 grammes projetée à 75 pas la grenade de 15; et jusqu'à la distance de 300 pas, à des augmentations successives de 10 grammes ajoutés à la charge, correspondent des amplitudes croissant de 75 pas, pour chaque nouvelle quantité de poudre ajoutée.

A cause de leur plus faible densité, les balles à feu et à éclairer exigent pour vaincre la résistance de l'air une augmentation dans la charge ordinaire employée pour lancer les bombes; et si les premières sont tirées sous des angles supérieurs à 50° , elles se brisent souvent en tombant sur le sol; on peut tirer les balles à éclairer tout au plus sous 45° sans risquer de les briser.

La balle à feu de 29 est portée sous 45° à 350 pas, avec 500 grammes de charge; 600 grammes lui donnent à peu près la même amplitude qu'à la bombe: avec cette dernière charge la balle à éclairer atteint à 560 pas.

Les balles pour mortier de 20 demandent une augmentation de 100 grammes à la charge correspondant au tir avec les bombes.

Le mortier de 15 lance sa balle à éclairer à 200 pas, avec une charge de 60 grammes, et il faut une charge double pour une augmentation de 120 pas dans la distance.

Tir à ricochet. — Depuis quelques années, on utilise les mortiers, dans les sièges, pour faire tomber sous un petit angle de chute des bombes sur le terre-plein des ouvrages, et atteindre les hommes ou le matériel derrière les parapets.

En dehors des limites de 15° à 9° , les bombes tirées à ricochet sous un autre angle de projection manqueront leurs effets : les fortes charges sont employées avec les plus petits angles de projection. Le mortier de 29 pointé sous 12° , et avec la charge de 930 grammes, porte sa bombe sur une face d'ouvrage située à 434 pas.

En évaluant l'angle de projection, il faut tenir compte de l'exhaussement ou de l'abaissement du but par rapport au terrain horizontal, c'est-à-dire ajouter ou retrancher l'*angle du but* de l'angle de tir en terrain horizontal : la différence de niveau de la bouche à feu et de l'objet à atteindre, divisée par leur éloignement, exprime la tangente de l'angle du but.

L'emploi du tir à ricochet avec les mortiers a l'inconvénient de trop découvrir les servants et de les exposer beaucoup ; mais, lancées de cette manière, les bombes font de grands dégâts dans les traverses.

Les mortiers de 20 ne conviennent pas pour ce tir ; il vaut mieux employer le même projectile avec l'ohusier, plus facile à amener et à servir derrière un épaulement.

Voyons maintenant comment s'opère le pointage.

Après avoir établi, à l'aide d'un fil à plomb, l'axe du mortier suivant la direction déterminée par deux fiches de fer dressées sur l'épaulement et dans le plan vertical de tir, l'une vers la crête intérieure et l'autre sur la plongée, il reste à donner à la bouche à feu l'élévation convenable. Jusque dans ces derniers temps le coussinet de pointage était destiné à cet objet ; on lançait une première bombe en observant attentivement sa direction, pour la corriger au coup suivant, s'il y avait lieu ; quand la portée était trop grande, on diminuait un peu la charge, et on l'augmentait légèrement, si la bombe tombait en deçà du but.

Ce procédé conduisait souvent à de longs tâtonnements avant de trouver la charge convenable.

La lenteur inévitable de cette recherche a déterminé l'adoption définitive en Belgique d'un nouveau mode de pointage peu différent du système prussien.

Il consiste à assurer la direction du mortier par des *points de repère*, et dans l'emploi d'un certain nombre de charges constantes, on corrige la portée en modifiant plus ou moins l'angle de tir à l'aide d'une *vis de pointage*.

Dans une entaille pratiquée à la partie supérieure de l'entretoise de devant de nos affûts, on a logé une *semelle* de bois, consolidée par une *ferrure* qui porte postérieurement deux *tourillons* reçus dans l'*œil* de deux *pattes* en fer appliquées contre la partie postérieure de la même entretoise. Une vis de pointage à *ecrou* de bronze encastré, dirigée normalement à la semelle au travers de l'épaisseur de la partie antérieure de l'entretoise, élève ou abaisse la semelle en la faisant pivoter autour de ses tourillons; la *tête* de la vis est percée pour recevoir un *levier* qui tient lieu de manivelle. La bouche à feu pose sur un *coin* de bois, interposé entre la semelle et la partie inférieure de la volée, afin de l'exhausser; deux *broches* de fer, placées obliquement au milieu de la face inférieure du coin, se logent dans des *creux* pratiqués sur la semelle, et servent à assujettir le coin dans une position constante. On mesure l'inclinaison de la bouche à feu avec un quart de cercle ordinaire, appliqué sur la tranche à la bouche.

Pour repérer la direction du tir, une *fourche* de fer, fixée à la face inférieure de l'entretoise de devant, est amenée, avant le pointage, contre un *boulon* de fer engagé dans la lambourde antérieure de la plate-forme; et une *plaque* métallique affleurant le dessous des flasques, assujettie à la face postérieure de l'entretoise de derrière, sert, avec la fourche de la partie antérieure, à repérer la direction du mortier; le pointage sera réputé exactement le même qu'au coup précédent, quand la

fourche antérieure, étant mise en contact avec le boulon, une même division de la plaque correspondra à une marque tracée sur la plate-forme.

Ce système n'est pas irréprochable, car les points de repère appliqués à l'affût conduisent à des erreurs, si, entre deux coups successifs, la bouche à feu s'est déplacée dans ses encastrements : chose parfaitement possible, si l'on se rappelle que les embases des tourillons ont un jeu de 7 à 8 millimètres entre les flasques.

Cette modification introduite dans le service des mortiers permet d'apporter à la batterie les charges préparées et mesurées avec soin dans les parcs.

Le pointage des mortiers pour le tir à ricochet comporte un angle de projection que l'entretoise antérieure de l'affût ne permet point d'atteindre. On a essayé différents moyens, tels que l'emploi d'un châssis sur lequel on place l'affût, de plates-formes inclinées de 18° dans le sens du tir, etc. ; il paraît que l'on doit donner la préférence au système qui consiste à retourner l'affût, en faisant reposer la bouche à feu sur l'entretoise postérieure, échancrée à cet effet : on conçoit qu'alors le pointage à point de repère n'est plus applicable.

Tir du pierrier et du mortier à boulets.

Quand une bombe tombe dans un ouvrage, les défenseurs ont l'habitude de se coucher sur le sol afin d'éviter les éclats ; il est donc bon de lancer alors des pierres ou des boulets en grande quantité pour atteindre les hommes dans cette position, où ils présentent une grande superficie. Le mortier à boulets et le pierrier trouvent leur application dans cette circonstance, et leur emploi devient indispensable quand on lance des bombes à une distance assez faible pour avoir soi-même à redouter leurs éclats.

Afin de ne pas briser les pierres ou de ne pas trop disperser

les projectiles, le pierrier n'emploie pas des charges supérieures à 300 grammes, et la charge maximum du mortier à boulets est de 400 grammes.

Les trajectoires décrites individuellement par les pierres, les balles ou les boulets, à leur sortie de la bouche à feu, forment par leur ensemble une gerbe qui rencontre le sol, suivant une courbe plus étendue dans le sens de la longueur que latéralement : de 60 pas de longueur sur 40 de largeur environ. Les grenades, généralement plus ramassées sur la surface où elles tombent, sont comprises dans un cercle de 15 à 20 pas de rayon.

La direction de l'axe de la gerbe est à peu près constante; néanmoins la grande variation d'effets, conséquence de la faible charge employée, produit des différences notables dans les portées. Celles-ci varient avec la charge de poudre et de projectiles : 400 grammes de poudre et 85 kilogrammes de balles, donnent au mortier à boulets une portée de 160 pas; avec 300 grammes et 60 balles d'un kilogramme, la portée atteint 200 pas; enfin elle est d'environ 146 pas avec la même charge et 130 balles de 400 grammes l'une (balles du 24).

Les sièges deviendraient infiniment plus meurtriers, et la défense acquerrait peut-être une certaine prépondérance sur l'attaque, si de la place on pouvait lancer des bombes à balles : en les faisant éclater à une certaine hauteur au-dessus du sol, elles projetteraient une pluie de balles dans l'intérieur des travaux de l'attaque. Nous avons fait, en Belgique, quelques essais dans ce but; mais jusqu'à présent on n'est pas parvenu à régulariser suffisamment les effets du tir des bombes à balles.

CHAPITRE IV.

POINTAGE ET TIR DES CANONS DE SIÈGE, DE PLACE ET DE COTE.

Différentes espèces de tir des canons longs.

La forme de la trajectoire détermine la nature du tir : les feux verticaux exécutés avec les mortiers constituent, avec les feux *horizontaux* et à *ricochet*, les trois espèces de tir employées à la guerre. Les premiers s'exécutent ordinairement sous de grands angles de projection, comme nous venons de voir; par le tir horizontal, le projectile arrive sur le sol sous un petit angle; et au moyen du tir à ricochet l'angle de chute est un peu plus ouvert : ce tir tient, par la courbure de sa trajectoire, le milieu entre le tir vertical et le tir horizontal. Le tir horizontal et le tir à ricochet sont les seuls usités avec les canons; mais, considéré sous le rapport de la nature des projectiles, le tir des canons s'exécute à *boulet* ou à *bulles*; et, eu égard à la forme de la trajectoire, on lance des boulets *de plein fouet, roulants, à toute volée* et à *ricochet*.

Le choix de l'espèce de tir, dans l'attaque et la défense des places, dépend nécessairement de la nature du but ; il varie avec la disposition de l'artillerie ennemie sur le front d'attaque, ou suivant la nature des travaux de l'assiégeant et son éloignement.

Les batteries à ricochet commencent ordinairement l'attaque, il est donc naturel d'étudier en premier lieu les particularités de leur tir.

Tir à ricochet. — Un projectile est tiré à ricochet lorsque, dans la branche descendante de sa trajectoire, après avoir rasé la crête du parapet d'une face d'ouvrage et touché le sol, il se relève et parcourt dans sa longueur le terre-plein de la face adjacente.

Selon toute apparence, c'est en 1688, aux sièges de Philipsbourg et de Mannheim, qu'on tira pour la première fois à ricochet ; d'après d'autres auteurs, Vauban aurait inventé ce genre de tir au siège d'Ath.

Il est facile de s'expliquer le relèvement du projectile, quand il rencontre le sol sous un petit angle : la composante horizontale de la vitesse dépensée sur le terrain étant d'autant plus grande que l'angle de chute est moins ouvert, elle s'approche de plus en plus de la direction horizontale à mesure de la pénétration du projectile dans le sol, et doit nécessairement le relever quand la composante verticale de la vitesse est détruite par la résistance du milieu. Le projectile ayant perdu de sa vitesse, la branche montante du chemin qu'il parcourt dans le sol est plus courte que sa branche descendante ; par suite, le boulet se relève sous un angle plus ouvert que l'angle incident : aussi l'angle de relèvement d'un boulet est-il généralement double de l'angle de chute.

Un terrain dur facilite le relèvement, car le sol restitue par son élasticité une partie de la force dépensée pour la pénétration.

Le point de chute du premier ricochet est rarement situé

sur l'ouvrage; par suite, le tir à ricochet devrait plutôt être désigné sous le nom de tir *plongeant*.

On fera taire l'artillerie placée sur les faces d'ouvrages ou dans les chemins couverts en tirant à ricochet, chaque fois que le prolongement des faces tombera dans le rayon des attaques; ce tir est très-efficace contre les palissades du chemin couvert.

Dans la défense, il s'emploiera utilement contre les chemine-
ments et les boyaux de communication; les pièces de réserve amenées sur le front d'attaque pour ouvrir immédiatement leur feu sans que l'on prenne le temps de faire des embrasures, doivent nécessairement tirer à ricochet au-dessus du parapet; enfin, si le peu de relief de la fortification s'oppose à un tir de plein fouet assez *fichant*, on tire à ricochet contre les batteries et les tranchées achevées.

Le tir à ricochet et les feux verticaux sont souvent les seuls possibles pendant la nuit; des bouches à feu de campagne établies sur le glacis conviennent pour ce service.

Un angle de chute inférieur à 4° correspond au ricochet *rasant* ou *tendu*; il est *plongeant* ou *mou*, quand l'angle de chute est d'environ 10° .

Sous un angle de chute plus grand que 10° , le boulet se relève rarement; et, dans tous les cas, s'il donnait un ricochet, le projectile serait porté au delà de l'ouvrage.

L'espace dangereux dans lequel un objet haut de $1^{\text{m}},60$ (affût de place) peut être atteint est de 13^{m} pour un angle de chute de 3° ; un angle de chute de 10° réduit l'espace dangereux à 4^{m} . Par contre, l'espace à l'abri derrière le parapet ou la traverse, c'est-à-dire l'*angle mort*, croît en raison directe de la tension du ricochet. Le ricochet le plus tendu a un espace dangereux de 100^{m} environ, sans compter l'espace dangereux fourni par le relèvement du boulet.

Les bords successifs du projectile dans le ricochet mou ont peu d'amplitude, sa vitesse est faible et l'angle de projection doit être assez ouvert; avec le ricochet tendu, au contraire, les bords

ont une grande amplitude, le boulet est animé d'une grande vitesse et on doit le tirer sous un petit angle de projection.

La hauteur de l'ouvrage et sa distance déterminent la nature du ricochet ; sur une face élevée et fort éloignée, le ricochet doit être tendu ; l'angle de chute du boulet peut être égal et même plus petit que l'angle de projection, si la face est très-élevée.

Une forte charge et un ricochet tendu produisent de plus grands effets sur une face traversée en écrétant les traverses ; mais, pour atteindre le matériel placé dans leur intervalle, il faut un ricochet mou, et la distance entre les traverses détermine le plus ou moins de roideur du ricochet.

Sur une face traversée, il convient d'employer simultanément les deux espèces de ricochet : la première pièce établie dans le prolongement de la crête tirera à ricochet tendu, pour détruire le parapet et les traverses ; les autres exécuteront un tir de plus en plus mou suivant leur éloignement de la première, afin d'atteindre par des projectiles à petit angle mort, les hommes et le matériel abrités contre l'épaulement. En résumé, les plus grands angles de tir et les plus gros calibres sont les plus avantageux pour le tir à ricochet ; les plus faibles charges doivent aussi être préférées : car des projectiles animés d'une vitesse peu considérable font plus d'effet sur les affûts.

D'après cela, à mesure que le tir à ricochet s'exécutera de plus loin, on pourra, sans changer l'angle de projection, employer des charges de plus en plus fortes, et donner ainsi plus de justesse au tir.

L'effet produit par le tir à ricochet croît donc avec l'éloignement de la batterie. Aussi emploie-t-on rarement ce tir aux distances inférieures à 200^m : car, pour conduire le projectile dans l'ouvrage, il faudrait extrêmement réduire la charge et par suite sa justesse laisserait trop à désirer.

Le tir à ricochet est des plus économiques et peu désastreux pour le matériel.

La crête de l'épaulement devant être rasée par le projectile,

elle sert de point de mire pour le pointage. La question du pointage des canons pour le tir à ricochet est la plus compliquée de toutes celles qui se présentent : car le problème comporte trois inconnues. Le point de chute du projectile étant seul déterminé, il faut évaluer l'angle de projection et la charge nécessaire pour, à la distance où l'on se trouve, raser la crête du parapet et conduire le projectile sous un angle de chute convenable, sur un point donné du terre-plein de l'ouvrage. On élimine directement la troisième indéterminée, en calculant l'angle d'arrivée d'après la hauteur du parapet et la distance de son pied au point de chute : pour cela on considère la trajectoire comme une ligne droite, à partir de la crête du parapet. Dès lors, il reste à évaluer l'angle de projection et la charge. Le premier s'obtient en ajoutant à l'angle de chute le double de l'angle du but de la batterie, c'est-à-dire l'angle compris entre la droite qui joint le point de chute à la bouche du canon et une horizontale ; si l'angle ainsi déterminé est supérieur à la plus grande élévation permise par l'affût, le tir à ricochet n'est pas possible. Par exemple, sur un ouvrage plus élevé que 12 à 42 mètres, ou dont l'abaissement sous l'horizon dépasse 33 à 100 mètres, le tir à ricochet, aux distances de 200 à 600 mètres, ne peut s'exécuter : cependant, si l'on exhausait les roues ou la crosse, exposant ainsi l'affût à de grandes dégradations, on pourrait encore exécuter le tir.

Enfin, des tables de tir indiqueront la charge correspondante à l'angle de projection trouvé et à la distance.

En terrain horizontal, le tir à ricochet s'exécute le plus souvent sous un angle de projection de 12° : on fait varier la distance de la batterie, et par suite la charge, selon l'espèce de ricochet que l'on veut obtenir. Aux distances de 200, 300, 400, 500 et 600 mètres, les charges correspondantes sont d'environ $1/40$, $1/30$, $1/20$, $1/15$ et $1/12$ du poids du boulet.

Pour pointer la bouche à feu, ses tourillons étant supposés horizontaux, on lui donne la direction en visant de but en

blanc sur le point de la crête de l'ouvrage par où l'on veut faire pénétrer le boulet ; ou bien on établit le plan de symétrie de la pièce dans la direction marquée par deux fiches. La grande inclinaison de la bouche à feu exigerait une hausse très-élevée et par suite fort incommode, si l'on voulait faire usage de cet instrument pour le pointage ; d'ailleurs, l'angle de tir nécessaire étant connu en degrés, il était plus naturel de le mesurer directement à l'aide d'un quart de cercle.

Le quart de cercle se compose d'une *plaque* rectangulaire de cuivre, sur laquelle est inscrit le quart d'un cercle, divisé en 90° ; au centre de cet arc, établi sur l'un des angles de la plaque, est suspendue une *aiguille* mobile autour d'un axe fixe. On applique le quart de cercle sur le renfort, son *évidement* en arrière et à la partie inférieure ; il suffit alors, pour donner l'inclinaison à la bouche à feu, d'exhausser ou d'abaisser la vis de pointage de manière à faire indiquer par l'aiguille l'angle de projection voulu : observons que l'angle marqué par l'aiguille ne doit pas être exactement l'angle de tir déterminé, mais bien cet angle augmenté de l'angle de mire naturel de la bouche à feu.

Tir de plein fouet. — Par le tir de plein fouet ou *direct*, le boulet va droit au but.

Dès la seconde parallèle, c'est presque le seul tir usité avec les canons. A cette époque de la défense, les batteries de l'assiégé sont ordinairement démasquées ; il faut donc s'attacher à démonter son artillerie par des coups d'embrasure : car le tir à ricochet n'est plus d'un grand effet quand on a retiré des ouvrages une bonne partie des pièces pour n'y laisser que les bouches à feu suffisamment garanties par les traverses. On démontrera l'artillerie ennemie en concentrant successivement le feu de toute une batterie sur chaque embrasure, située à moins de 600 mètres de distance et placée de manière à avoir de l'influence sur la marche des attaques. Enfin, le tir de plein fouet est ordinairement le seul employé lorsque l'on veut ruiner

des ouvrages qui présentent sur le front d'attaque plusieurs étages d'embrasures percées dans la maçonnerie.

Les défenseurs d'une place assiégée démolissent les travaux rapprochés et les secondes batteries par le tir de plein fouet ; ils cherchent par des coups d'embrasure à démonter l'artillerie des batteries qui ont ouvert leur feu, battent dans leur longueur les travaux mal défilés, et un tir de plein fouet bien dirigé sur les têtes de sape ralentira les progrès de l'attaque.

Le tir de plein fouet comporte toujours l'emploi de fortes charges pour donner au boulet une grande justesse de tir, et lui communiquer une force vive proportionnée à la résistance des obstacles ; mais, avec les canons de fonte on ne doit jamais dépasser la charge du tiers : au delà il y aurait grand danger de rompre la bouche à feu.

Dans les batteries de brèche et les contre-batteries, le tir de plein fouet, à forte charge, est le seul usité. Les premières sont établies dans le couronnement du chemin couvert ou dans le chemin couvert même ; on les rapproche le plus possible du saillant, afin de les mieux soustraire au tir plongeant des ouvrages et pour pouvoir diriger obliquement leur tir, sous un angle de 15° à 20° environ, vers le milieu de l'escarpe.

Les canons de 18 sont d'un calibre suffisant pour ouvrir, à la charge du tiers, les escarpes revêtues de briques ; des revêtements construits en matériaux très-durs exigent le calibre de 24.

On commencera par ouvrir dans la maçonnerie une tranchée horizontale, élevée du tiers de la hauteur d'escarpe au-dessus du fond du fossé : si l'on n'aperçoit pas cette partie du revêtement, la tranchée pourra être établie à mi-hauteur d'escarpe. Pour exécuter cette tranchée, on partagera la largeur de la brèche en autant de parties égales qu'il y a de pièces dans la batterie ; chaque bouche à feu adoptera l'une d'elles pour champ de tir ; le premier boulet est dirigé sur son extrémité, le second et les suivants doivent frapper l'escarpe au milieu de

l'intervalle entre deux boulets voisins, ou sur les parties saillantes de la tranchée, quand on ne peut plus distinguer les entonnoirs ; les pièces continuent à tirer l'une après l'autre jusqu'à l'entier achèvement de la tranchée.

Il faut alors ouvrir deux tranchées verticales aux extrémités de la coupure horizontale. Les pièces se partageront le travail en commençant par le bas, espaçant les coups de 30 en 30 centimètres, sur une longueur d'un mètre environ au-dessus de la tranchée horizontale ; quand on verra couler les terres par ces portions de tranchées, on les continuera dans le haut, dirigeant les boulets de mètre en mètre et toujours sur les parties saillantes des tranchées. Quelques boulets tirés par salves dans la tranchée horizontale détermineront la chute de l'escarpe, si elle tardait à tomber après l'achèvement des coupures verticales.

Les boulets seront ensuite dirigés obliquement sur les parties visibles de la maçonnerie au pied des contre-forts, de manière à ruiner leurs angles.

L'éboulement des terres est accéléré par un tir à boulet, avec des charges du quart, sur les parties basses du talus ; si les terres sont très-compactes, quelques obus de 15 lancés à faible charge pourront hâter l'achèvement de l'opération.

Le tir à démonter emploie toujours la charge du tiers, et, jusque dans ces derniers temps, on ne tirait jamais en brèche avec une charge inférieure à la moitié : l'éloignement de la batterie de brèche et la dureté des matériaux de revêtement obligeront souvent de revenir à cette charge.

Le tir de plein fouet, seul employé dans l'attaque rapprochée, présente donc deux points de dissemblance avec le tir à ricochet : il s'exécute toujours à forte charge, consomme beaucoup de poudre, et ses effets augmentent en raison du rapprochement du but. Pour donner de la justesse à ce tir, il faut que le but soit visible : par suite, il n'est guère en usage pendant la nuit.

Le tir de plein fouet est *fichant* lorsque le boulet s'enterre au moment où il touche le sol; il est *rasant* quand il se relève.

Le tir *parallèle* s'obtient en dirigeant l'axe de la bouche à feu parallèlement au terrain : dans tout son parcours, le boulet ne s'élève pas à plus d'un mètre environ au-dessus du sol, et, avec la charge du tiers, il le rencontre

à 400 pas au canon de	6 ;
» 425	» 12 ;
» 450	» 18 ;
» 475	» 24 ;
» 575	» 36 ;
» 700	» 48.

Pour pointer à ces distances et en deçà, on dirige la ligne de mire par le cran de mire et le point le plus élevé du contrôleur.

Le contrôleur est formé d'une partie de surface annulaire de bois, limitée inférieurement par un cercle de même rayon que l'astragale de volée, et, supérieurement, par un cercle d'un rayon égal à celui de la plate-bande de culasse. On le place, en arrière du bourrelet en tulipe, sur l'astragale de volée, qui est reçue dans une *gorge* creusée dans la concavité du contrôleur.

Avec la même charge du tiers, la portée de but en blanc des pièces de siège est exactement double de la portée correspondante au tir parallèle. Pour atteindre avec les canons à ces distances de 800, 850, 900, 950, 1000 et 1070 pas, on pointera la bouche à feu comme une arme portative, en dirigeant sur le but, un rayon visuel passant par les points culminants de la plate-bande de culasse et du bourrelet en tulipe.

Le tir aux distances intermédiaires à la portée du but en blanc et du tir parallèle, exige l'emploi d'un angle de mire artificiel plus faible que l'angle de mire naturel de la bouche à feu ; l'angle de mire nécessaire pour porter le boulet au delà du but en blanc doit, au contraire, être plus ouvert.

Comme, dans le premier cas, il serait très-difficile d'évaluer,

à la grande distance où l'on est, la quantité dont il faut viser au-dessous du but pour l'atteindre; et dans le second, la volée de la pièce empêcherait d'apercevoir l'objet à battre, si on voulait, à l'imitation du pointage des armes portatives, relever plus ou moins la bouche à feu : dans cette circonstance il est indispensable d'employer la hausse.

La hausse de siège est destinée au tir à la charge du tiers; elle est de bois, et son *pied*, creusé en portion de surface cylindrique, s'applique exactement sur la plate-bande de culasse. Au milieu du pied s'élève perpendiculairement une *planchette* évidée au milieu, de manière à laisser, suivant son axe, une ouverture d'une vingtaine de centimètres de hauteur et large de quelques millimètres; une *visière* se meut à frottement dans cette ouverture. A droite et à gauche de l'ouverture, la planchette porte des *traits* avec indication de la distance correspondante; au-dessus de la colonne de droite, on a inscrit le mot *fer*, à la partie supérieure de celle de gauche on lit *bronze* : car le même instrument sert à la fois aux canons de fonte et à ceux de bronze, dont les angles de mire naturels sont différents.

Les divisions situées à droite de l'ouverture forment deux colonnes : l'une indique les hauteurs de hausse pour le tir aux différentes distances supérieures à la portée de but en blanc; on a placé en tête de l'autre l'indication *avec contrôleur*, parce qu'elle sert au tir en deçà du but en blanc; à gauche de l'ouverture, il y a deux échelles de divisions analogues.

Un *pendule* de plomb, destiné à indiquer le plus haut point du métal quand les tourillons sont inclinés, est fixé au milieu de la partie supérieure de l'ouverture : une petite *cavité*, pratiquée à la face postérieure de la partie gauche de la hausse et qui se ferme à l'aide d'un *disque* de cuivre, à *pivot*, loge le pendule quand on ne se sert pas de la hausse. Le bord de droite de l'ouverture de la hausse est divisé en règle métrique.

Il y a pour chaque calibre une semblable hausse : sur la face

antérieure du pied est indiqué le calibre de la bouche à feu pour laquelle on a construit l'instrument.

Le fil à plomb est d'une utilité illusoire quand il fait du vent, en sorte que, si les tourillons étaient inclinés, la hausse, placée sur le cran de mire, induirait en erreur; la solidité de l'instrument laisse beaucoup à désirer; ses divisions deviennent bientôt à peu près illisibles quand l'humidité a gonflé le bois, et comme il ne peut tenir lieu de quart de cercle, il faut se munir d'un second instrument pour tirer à ricochet; cette hausse ne convient pas au tir de nuit, et ne pouvant servir pour tous les canons de siège ou de place, ce système de pointage expose à des méprises.

Pour faire usage de la hausse, on aligne le dessus de la visière avec le trait qui indique l'élévation correspondante à la distance du but; et, plaçant la hausse sur la plate-bande de culasse, on la glisse latéralement jusqu'à ce que le fil à plomb accuse le plus haut point du métal; on dirige alors la ligne de mire artificielle par le cran de la visière et le point culminant du bourrelet en tulipe.

Le pointage aux distances en deçà du but en blanc s'opère en dirigeant une ligne de mire par le cran de la visière et le point le plus élevé du contrôleur.

La rectification du pointage se fera aisément, si l'on a soin de pointer en avant et vers le pied du but.

Une hausse fixe serait, certes, d'un emploi plus simple en ce qu'il s'approcherait davantage du pointage de but en blanc; mais elle entraîne à des erreurs si les roues ne sont pas de niveau. Le chef s'aperçoit plus facilement des erreurs quand on se sert d'une hausse fixe.

L'angle de mire naturel donné à nos canons oblige d'employer simultanément deux instruments, la hausse et le contrôleur, pour le pointage en deçà du but en blanc; or, le tir à ces distances se présente le plus souvent dans les sièges, car les batteries à démonter et les secondes batteries sont tou-

jours à une distance de la place inférieure à leur portée de but en blanc avec la charge du tiers. En d'autres termes, dans des circonstances qui exigent un tir accéléré, il faut se servir de deux instruments pour le pointage, à cause de notre mode de construction des canons de siège.

Quand le but est très-rapproché, on peut, à la rigueur, supprimer un des instruments, si l'on observe qu'à ces courtes distances l'abaissement du boulet au-dessous de l'axe de l'âme peut être négligé : car il n'atteint pas 4 centimètres à la distance de 50 mètres. Aussi, pour le tir en brèche, on n'emploie que le contrôleur, et l'on vise par son point le plus élevé et le cran de mire. Le contrôleur peut même être supprimé, pourvu que l'on vise, au-dessous du point à battre, de la quantité dont, à la distance du but, l'axe du canon est élevé au-dessus de la ligne de mire naturelle de la bouche à feu; cet abaissement, calculé pour nos bouches à feu, est, aux canons de 12, de 18 et de 24, et à la distance de 20 mètres, de :

			20 ^m	—	18 ^m	—	16 ^m
,	30	,	37 ^m	—	35 ^m	—	34 ^m
,	40	,	54 ^m	—	55 ^m	—	51 ^m
,	50	,	75 ^m	—	70 ^m	—	69 ^m
,	60	,	89 ^m	—	87 ^m	—	86 ^m

Pour le tir des contre-batteries, plus éloignées de l'escarpe, il faudrait tenir compte de l'abaissement du boulet au-dessous de l'axe de l'âme, qui doit ici être nécessairement pris en considération, car il atteint 0^m,50 quand la batterie est éloignée de 280 mètres. D'ailleurs, à ces grandes distances il serait fort difficile, sinon impossible, de déterminer avec quelque exactitude l'endroit de l'escarpe que l'on doit prendre pour point de mire.

Si nous adoptions le système de pointage par exhaussement ou abaissement du bouton de culasse, suivi en France, le service des canons longs serait beaucoup plus prompt, l'emploi du contrôleur deviendrait inutile, et il suffirait de repérer sur la plateforme, durant le jour, la direction du tir, pour être en mesure

de lancer des boulets de plein fouet pendant la nuit sur un objet fixe, pour lequel on aurait également déterminé à l'avance l'élévation du bouton de culasse au-dessous de sa hauteur de but en blanc. Ce mode de pointage des canons de siège et de place est des plus accéléré, il n'emploie qu'un seul instrument, ne laisse rien à désirer sous le rapport de l'exactitude, et permet au chef de s'assurer d'un coup d'œil si l'on ne commet pas d'erreur sur l'élévation. L'exhaussement du bouton de culasse au-dessus de sa hauteur correspondante au pointage de but en blanc est, aux calibres de

		12,	18,	24
à 20 mètres de distance, de :		10 ^{mm} ,	13 ^{mm} ,	12 ^{mm}
• 30	,		12 ^{mm} ,	17 ^{mm} , 17 ^{mm}
• 40	,		13 ^{mm} ,	20 ^{mm} , 20 ^{mm}
• 50	,		14 ^{mm} ,	21 ^{mm} , 22 ^{mm}
• 60	,		15 ^{mm} ,	22 ^{mm} , 23 ^{mm}

Au reste, nous avons vu, page 221, que la quantité dont il faut viser au-dessous ou au-dessus du but pour l'atteindre aux différentes distances sans employer d'instrument de pointage, et l'exhaussement ou l'abaissement du bouton de culasse à partir du but en blanc, se calculent très-facilement en fonctions de la hausse correspondante.

La suppression de l'angle de mire naturel de nos canons longs serait, dans tous les cas, une amélioration notable : elle permettrait, dans le tir à ricochet, de donner l'élévation avec le quart de cercle, sans corriger l'angle marqué par l'instrument, et dispenserait, dans tous les cas, de l'emploi du contrôleur. Ce dernier avantage est assez important, car il affranchit le pointage des erreurs provenant d'un placement fautif du contrôleur, et n'expose pas à ce que l'on pointe beaucoup trop bas, comme il arrive quand on oublie d'enlever le contrôleur. Dans les nouvelles bouches à feu françaises on s'est imposé la condition de donner à l'angle de mire une ouverture telle, que la quantité dont on peut être obligé de pointer au-dessous du point à battre n'atteigne jamais la grandeur du but : de cette

manière, en visant à son pied, on peut toujours le toucher.

Tir roulant. — Le tir à boulet roulant, espèce de tir à ricochet sous un petit angle de projection et à la charge ordinaire du tiers, s'emploie quand on a la chance d'atteindre des troupes placées sur plusieurs lignes distantes entre elles, ou une série de buts disposés dans la même direction. Ce tir s'exécute ordinairement avec la hausse et le contrôleur : tiré horizontalement, le boulet porte à 1000 ou 1500 pas ; de but en blanc, il atteint à 1400 ou 1800 pas, et, sous un degré d'élévation, à 1600 ou 2100 pas.

Sur un terrain dur et uni, le premier ricochet est beaucoup plus étendu que les autres, le second est environ moitié plus petit, et le troisième la moitié du second. L'amplitude du premier ricochet est plus grande quand on tire sous un angle de projection peu ouvert, et ce n'est guère qu'à partir du second ou du troisième ricochet que le boulet ne sort pas de l'espace dangereux ; en terrain ordinaire, le boulet ne se relève plus si son angle de chute est de 7 à 8°. Sur l'eau, l'angle de projection le plus favorable au ricochet conduit le boulet sous un angle d'arrivée de 5° avec la surface de l'eau : et si la hauteur de la batterie au-dessus du niveau permet de pointer dans ces conditions vers la ligne de flottaison des bâtiments, on double la chance qu'on a de les atteindre : car si le boulet ne touche pas directement le flanc du navire, il peut le frapper en se relevant.

Pour le tir à boulet rouge, il est bon d'employer des charges du quart ou du cinquième, afin que les boulets restent dans le bois du navire et n'y pénètrent pas plus profondément que 27 à 30 centimètres, pour propager plus sûrement l'incendie. S'il ne s'établit un courant d'air actif, les boulets rouges ne parviennent pas à enflammer les matières combustibles dans lesquelles ils se logent.

Tir à toute volée. — On tire quelquefois à toute volée et à forte charge, en donnant à la pièce son maximum d'incli-

naison de 15° permis par l'affût, après avoir enlevé la vis de pointage, lorsque l'on veut inquiéter un ennemi fort éloigné et l'obliger à porter ses parcs à de grandes distances de la place. Ce tir est sans aucune efficacité; il fatigue beaucoup les affûts, et ne doit être employé que dans de rares circonstances : il porte le boulet de 24 jusqu'à 4400 pas environ.

Tir à mitraille.—Lorsque l'ennemi est hors de portée des feux de mousqueterie, ou si par sa nature le but ne peut utiliser toute la force vive emmagasinée dans le boulet, on le remplace par le tir à balles. L'artillerie de siège tire particulièrement à balles contre les sorties de la place; la défense emploie ce tir pour repousser les attaques de vive force, contre les reconnaissances, contre les rassemblements dans les batteries ou les tranchées en construction, et surtout pendant l'établissement de la seconde parallèle. Le tir à mitraille est d'un fort bon effet pour la défense des brèches, et les batteries de côte tirent avantageusement à balles contre les débarquements.

Les balles se dispersent à leur sortie de la bouche à feu, forment une gerbe dont la section est à peu près circulaire et d'un diamètre égal au dixième de sa distance à la bouche à feu. Le général Scharnhorst estime à 25 pas l'écartement des balles à la distance de 100 pas; au double, leur dispersion à 200 pas, et au triple à 300 pas : les deux tiers des balles portent, dans une étendue de 6, 12 ou 18 pas, aux mêmes distances. Au delà de 300 pas, la dispersion croît plus rapidement que la distance.

Les balles sont plus ramassées vers le centre et dans le plan de tir; leur dispersion croît en raison inverse du calibre et du nombre de balles contenues dans la boîte. Les ricochets plus ou moins nombreux des balles permettent d'atteindre une colonne de troupes sur une longueur de 700 pas.

On tire à balles avec la charge du tiers, destiné au tir de plein fouet à boulet; mais il faut donner un peu plus d'élévation à la bouche à feu.

Pointé parallèlement,

le canon de 6 atteint avec sa boîte à balles à 400 pas,

 » de 12 » » 500 »

 » de 18 » » 600 »

 » de 24 » » 700 »

et de but en blanc, il la porte aux distances respectives de 700, 800, 900 et 1000 pas : ainsi, pour chaque calibre, la portée de but en blanc du tir à mitraille surpasse de 300 pas la portée dans le tir parallèle.

Le tir de haut en bas ou de bas en haut s'exécute en pointant d'abord parallèlement au sol, donnant ensuite la hausse qui convient à la distance en terrain horizontal.



CHAPITRE V.

POINTAGE ET TIR DES OBUSIERS DE SIÈGE. DE PLACE ET DE CÔTE.

Différentes espèces de tir des obusiers de siège, de place et de côte.

Nous avons déjà dit que, sous le rapport de la courbure, la trajectoire de l'obus est intermédiaire entre celles des bombes et des boulets.

Les obus, primitivement donnés à l'artillerie pour atteindre un ennemi dérobé à la vue par un relèvement du terrain, s'emploient actuellement de trois manières dans les sièges ; on les *jette* sous un grand angle de projection, ou on les *tire*, soit sous un petit angle en leur faisant décrire une trajectoire assez roide, soit à *ricochet* sous des angles un peu plus ouverts et à faible charge.

Tir à ricochet. — Avec l'obusier, le tir à ricochet peut s'exécuter à plus courte distance qu'au moyen des canons ; les obus compensent par l'effet de leur explosion la faible vitesse commandée par le rapprochement du but.

Ces gros projectiles, lancés à charge réduite, sont d'un très-bon effet sur les faces d'ouvrages, et particulièrement contre les palissades du chemin couvert; tirés sous 15° dans les traverses des ouvrages, ils achèvent leur démolition commencée par les boulets. De la place, on ricochera, avec des obusiers, les cheminements en capital, on atteindra les assaillants derrière les épaulements des tranchées ou des batteries, et on lancera des obus dans les plis du terrain pour en déloger les troupes ennemies.

Les obusiers de siège se pointent pour le tir à ricochet de la même manière que les canons : l'élévation se mesure souvent en plaçant le quart de cercle sur la tranche à la bouche; et la charge ne dépasse pas 400 grammes quand la distance de la batterie au but est d'environ 400 pas. L'élévation de 12° est la plus usuelle.

Comme les obusiers de siège, de place et de campagne sont plus particulièrement destinés au jet qu'au tir des obus, on a simplifié le pointage, à l'aide du quart de cercle, en ne leur donnant pas d'angle de mire naturel.

Tir des obus. — Le tir proprement dit se dirige surtout contre les embrasures, et s'exécute à la charge d'un kilogramme au plus, pour ne pas briser le projectile contre les obstacles qu'il rencontre.

Un seul obus peut, s'il éclate dans une embrasure, la détruire complètement. Quand on le tire dans les épaulements nouvellement construits, il joue le rôle d'une fougasse et les ruine en partie par son explosion.

Le pointage des obusiers pour le tir s'exécute aussi, comme celui des canons, au moyen d'une hausse.

Nos canons à bombes de 8 et de 10°, obusiers longs destinés à la défense des côtes, sont d'un très-bon service pour tirer contre les bâtiments ou les batteries flottantes. A cause de son grand diamètre, le projectile occasionne de fortes voies d'eau quand il traverse les bordages, et par son explosion

dans l'intérieur des bâtiments il fait les plus grands dégâts.

Avec une charge de 5 kilogrammes, on porte la bombe de 10° de plein fouet,

à 1133 pas,	la bouche à feu inclinée de 2°,
• 1212 ,	, , 3°,
• 1529 ,	, , 4°.

La charge de 6^k produit un recul trop destructeur.

Avec la charge de 3^k,50 de poudre, charge ordinaire de guerre du canon à bombes de 8°, on imprime au projectile une vitesse initiale de 350 mètres et on lui donne respectivement des portées de plein fouet de 922, 1389 et 1626 pas, sous les mêmes inclinaisons de 2, 3 et 4°.

Le pointage des canons à bombes, ordinairement employés au tir à trajectoire rasante, doit s'exécuter de préférence avec une hausse, et c'est sans doute pour diminuer sa hauteur que l'on a donné un angle de mire à ces bouches à feu : par suite, le tir aux faibles et aux moyennes distances exige l'emploi du contrôleur. Si l'on voulait, sans instrument de pointage, atteindre un bâtiment éloigné de 4000 pas, il faudrait avec la charge de guerre pointer l'obusier de 8 pouces, de but en blanc, à 75 centimètres au-dessous de la ligne de flottaison. La charge de 2 kilogrammes porte le projectile à 1866 pas en pointant l'obusier à 25 centimètres au-dessous du but.

La bombe parcourt son trajet en 2" $\frac{1}{2}$ ou 5" $\frac{3}{4}$ quand, avec la charge de guerre, on incline la bouche à feu sous 2 ou 4°.

Jet des obus. — On jette les obus de la même manière que les bombes, pour incendier ou inquiéter les dépôts. L'élévation convenable est donnée à l'aide du quart de cercle; et en déterminant l'angle de projection, il faut nécessairement tenir compte de l'abaissement ou de l'exhaussement du but par rapport au niveau de la plate-forme.

La charge ordinaire pour le jet est d'un kilogramme : elle porte le projectile à 200, 400, 500, 600, 700 et 800 pas, suivant que l'angle de tir est nul, de 1, 2, 3, 4 ou 5°.

Tir à mitraille. — De même que les boîtes à balles, les obus répartissent leurs effets sur une plus grande étendue que les boulets; néanmoins, les obusiers tirent également à balles quand la distance de l'ennemi est trop faible pour permettre à la fusée d'achever sa combustion pendant le parcours de la trajectoire, et quand on craint de faire produire par l'obus l'effet d'un boulet, auquel il est inférieur sous le rapport de la justesse du tir.

Malgré leur plus grande dispersion, les balles des obusiers sont plus meurtrières que celles des canons.

On ne doit point les employer à des distances supérieures à 600 pas. Le tir parallèle porte les balles en deçà de 300 pas; à 300 pas, il faut donner 1° d'élévation à la bouche à feu, et augmenter l'angle de tir de 1° pour chaque centaine de pas au delà : on emploie la charge d'un kilogramme.

Le tir de notre obusier de siège n'est pas assez rasant pour être efficace; sa faible longueur d'âme le rend très-impropre au tir à embrasure, dont il dégrade promptement les joues.

Les canons à bombes, au contraire, ne détériorent pas plus les embrasures que tout autre canon de gros calibre.

On a cherché à utiliser pour la défense des places, le tir rasant procuré par les fortes charges employées avec les canons à bombes. Dans ce but, un canon-obusier de 29, allégé, a été établi; et afin d'apprécier la valeur de cette bouche à feu, son tir a été exécuté avec des charges de 3 et de 4 kilogrammes, contre des épaulements en terre aux distances des flancs à la contre-batterie et du corps de place aux parallèles. La faiblesse de la charge maximum de cette bouche à feu, relativement au poids du projectile, donne une trajectoire trop courbe, et la variation du poids de la bombe occasionne de telles différences dans les portées, que l'on a moins de chances de toucher le but qu'avec nos canons de gros calibre; il a été constaté, en outre, que les bombes de 29 ne produisent pas un effet suffisant. Par suite, si l'on veut appliquer les canons

à bombes à la défense des places, il faudra probablement leur donner un poids approchant de celui des obusiers de côte, afin de pouvoir employer des charges suffisantes : mais alors on sacrifiera la mobilité de la bouche à feu, si utile dans la défense.

CHAPITRE VI.

POINTAGE ET TIR DES CANONS DE CAMPAGNE.

Différentes espèces de tir des canons courts.

L'artillerie de campagne ne perdra jamais de vue que, sur le champ de bataille, elle doit concentrer ses feux sur des points déterminés, afin d'agir particulièrement sur le moral de l'ennemi et préparer ainsi le succès des autres armes.

Elle trouvera maintes occasions d'appliquer les diverses espèces de tir en usage avec les canons longs, mais ici leur choix est subordonné à l'éloignement de l'ennemi, à sa formation et surtout à la configuration du terrain ainsi qu'à sa nature.

Tir à ricochet. — Sauf le cas d'attaque des retranchements, le tir à ricochet est à peu près sans emploi en campagne. Le canon de 12 est seul affecté à ce service exceptionnel; et si le canon court de 24 faisait partie des équipages de campagne, il conviendrait parfaitement.

Il faudra se mettre en batterie à une plus grande distance des ouvrages que dans les sièges, où l'on règle à volonté la charge d'après l'éloignement : car, pour déterminer la chute du boulet

sous un angle de 4 à 5° favorable au ricochet, en employant les munitions ordinaires des canons de campagne à la charge constante du tiers, on est obligé de se porter à la distance du but en blanc, augmentée de dix fois la hauteur du retranchement au-dessus du plan de la batterie.

Tir de plein fouet. — Si l'on ne possède aucune donnée sur le terrain en arrière du front de l'ennemi, et qu'en avant le sol soit inégal ou de dureté variable, le tir de plein fouet sera le seul convenable.

Des circonstances exceptionnelles, telles que la défense d'un défilé, l'attaque d'un retranchement, la destruction d'une porte, d'une barricade ou d'un abatis, la nécessité de battre dans sa longueur une colonne dont on n'aperçoit que la tête, ou un groupe d'officiers, pourront seules motiver le tir parallèle; les servants sont tellement exposés, à cette distance, de 400 pas au plus, que la prudence ordonne d'employer alors au service des bouches à feu le nombre d'hommes strictement nécessaire, de prendre le galop pour se porter sur l'emplacement désigné, et d'y arriver avec les bouches à feu chargées.

Si le terrain et les circonstances le permettent, on fera bien de consacrer une heure au creusement d'un fossé, dont on rejettera les terres de manière à se couvrir à mi-corps au moins; de semblables excavations, pratiquées latéralement aux pièces, abriteront les hommes après le chargement.

On pointe les canons de campagne, pour le tir parallèle, en visant par les points les plus élevés de la plate-bande de culasse et du contrôleur : le cran de mire indique ce point sur la plate-bande de culasse, quand les roues d'affût sont de niveau.

Une courroie à boucle, clouée sur la partie inférieure du contrôleur de campagne, l'assujettit sur l'astragale de volée.

Le tir avec hausse et contrôleur porte les boulets de plein fouet à 600 pas.

La hausse pour canons de campagne de 12 et de 6 est coulée d'une seule pièce de cuivre jaune; sa *poignée* recourbée

est percée d'un *œil* à son extrémité, pour recevoir la *chainette* qui la relie à l'affût ; on a entaillé plusieurs *crans* en crémaillère dans la partie supérieure du cintre de la *tige*, qui s'applique exactement sur la plate-bande de culasse : ces crans, au nombre de quatre à la hausse de 12, et de trois à celle pour canon de 6, affectent supérieurement une courbure concentrique à la plate-bande de culasse.

A la hausse

de 12, le 1^{er} cran a une hauteur de 14^{mm}, et de 15 à la hausse de 6,

, 2°	,	16 ^{mm}	, 20	,
, 3°	,	28 ^{mm}	, 26	,
, 4°	,	56 ^{mm} .		

La portée correspondante est inscrite sur chaque cran.

Pour tirer à 600 pas avec le canon de 12, il faut diriger la ligne de mire par le point le plus élevé du second cran de la hausse, placée sur la plate-bande de culasse, et par la partie supérieure du contrôleur ; le premier cran de la hausse de 6 est employé de la même manière.

Le tir à 600 pas et le tir parallèle s'exécutent dans des circonstances analogues.

Contre un ennemi déployé ou en colonne, des bouches à feu en bataille, en marche ou en batterie, situés à la distance de 775 à 800 pas, il y a lieu de tirer de but en blanc sans hausse ni contrôleur.

Le feu doit être vif, car on pourra rarement tirer, à cette distance, plus de huit à dix coups, le tir à mitraille devenant plus efficace si l'ennemi continue sa marche en avant.

A la distance de 800 pas, le service de la bouche à feu devra donc être de la plus grande simplicité ; en un mot, le pointage s'exécutera sans le secours d'instruments. D'après cela, l'existence d'un angle de mire naturel est d'une utilité incontestable aux canons de campagne, et l'ouverture qu'on lui a donnée en Belgique est assez convenable, attendu qu'elle procure un but en blanc situé à la distance où la plus prompte exécution de la

bouche à feu est nécessaire. Un angle de mire naturel très-ouvert porte l'artillerie à soutenir des canonnades à trop grandes distances pour que son appréciation ait le degré de précision désirable, et oblige à un fréquent usage du contrôleur. Le meilleur angle de mire ne devrait pas élever le boulet au delà de la taille d'un homme dans tout le parcours de la trajectoire correspondante au tir de but en blanc, et devrait convenir en même temps au tir à mitraille. D'après M. le colonel Timmerhans, l'angle de 40° remplit convenablement ces conditions; la suppression du contrôleur serait une conséquence de son adoption.

Pour tirer à 1000 pas, le terrain doit être favorable aux ricochets : on pourra alors soutenir avantageusement de longues canonnades dans les cas précités. A cette distance commence le tir avec hausse seule; on lui destine le premier cran au canon de 12, et le second à la pièce de 6.

Un terrain découvert est très-favorable au tir à 1200 pas; c'est souvent le seul qui soit employé dans la défense d'une position. Le tir le plus élevé avec hausse s'exécute à 1200 pas au canon de 6. Afin de ne pas consommer inutilement des munitions, on tirera lentement, en observant bien les coups; et si l'ennemi s'éloigne, le feu devra cesser immédiatement. Ce tir est assez efficace contre un ennemi déployé ou en masse profonde dont il gêne les mouvements, et souvent il l'obligera à se mettre lui-même en batterie pour protéger ses déploiements. Le troisième cran des hausses donne l'élévation convenable.

Les canons de 12 occupent généralement les positions du champ de bataille ou les ouvrages de fortification passagère, et commencent quelquefois le combat en ouvrant leur feu à 1500 pas; le quatrième cran de la hausse sert pour cette distance.

Enfin, dans des cas très-rares, quand dans l'offensive on voudra agir sur le moral des troupes et précipiter leur retraite,

pour inquiéter de jeunes troupes ou des convois conduits par des hommes de réquisition, il pourra être utile de tirer quelques boulets à 1800 ou 2000 pas ; mais une troupe sur la défensive ne tirera jamais à ces distances.

A plus forte raison ne portera-t-on jamais par un tir à toute volée, les boulets au delà de 2000 pas, en enterrant la crosse ou en exhaussant les roues d'affût.

Notre hausse de campagne peut encore servir pour les distances intermédiaires à celles indiquées sur l'instrument. On pointe d'abord par le cran correspondant à la distance la plus approchante du but, et l'on fait ensuite monter ou descendre la vis de pointage d'autant de quarts de tour qu'il y a de centaines de pas de différence entre la portée désirée et celle indiquée par la hausse.

Il est toujours préférable de faire toucher le boulet plutôt en avant qu'en arrière du but ; mais il est bon de ne pas perdre de vue qu'à 1200 pas de distance un boulet tombant à 30 pas en avant ou à 60 pas en arrière est sans effet sur l'infanterie, et que la cavalerie n'a également rien à redouter des boulets dont le point de chute est à 60 pas en avant ou à 100 pas en arrière de son front.

En général, si un premier boulet ne porte pas, il faut bien se garder de changer immédiatement la hausse ; après avoir constaté le manque d'effet de deux ou trois coups successifs, alors seulement on pourra modifier l'élévation.

Tir roulant. — Le tir de plein fouet présente l'inconvénient d'exiger la connaissance exacte de l'éloignement de l'ennemi ; ce n'est point nécessaire avec le tir roulant.

Le tir roulant, désigné quelquefois sous le nom de tir *horizontal*, appartient à la catégorie des tirs rasants ; on l'ouvre ordinairement à 1200 ou 1300 pas.

Pour le tir roulant, la nature du sol mérite grande considération : un terrain dur, uni, homogène, horizontal ou en pente douce vers l'ennemi, et une eau stagnante, lui conviennent par-

ticulièrement. Dans ces circonstances, le tir roulant sera préférable au tir de plein fouet pour atteindre des troupes placées sur plusieurs lignes et d'un front étendu, ou pour battre d'écharpe des colonnes en marche.

Les bonds successifs du boulet sont très-rasants, si l'on tire horizontalement. Après le tir parallèle, vient le tir à 1500 pas, qui emploie, simultanément avec le contrôleur, le premier cran de la hausse de 6 ou le second de la hausse de 12 : en d'autres termes, c'est le pointage à 600 pas. Le tir roulant à 1800 ou 2000 pas, le plus désavantageux, s'emploie pour atteindre un ennemi très-éloigné en pointant de but en blanc.

Sur un sol incliné, le pointage s'exécute comme en terrain horizontal.

La difficulté de suivre le boulet de l'œil, à partir du second ou du troisième point de chute, rend presque impossible la rectification du tir roulant. Il ne doit jamais être employé quand le terrain en avant de l'ennemi est accidenté ou marécageux ; et si l'on ne connaît pas la nature du sol en arrière de sa première ligne de bataille, les effets des boulets roulants seront souvent nuls. Le peu de justesse de ce tir en proscriit l'usage contre des lignes isolées.

Tir à mitraille. — Un sol dur, uni et solide, horizontal ou en pente douce, est favorable au tir à mitraille ; on le dirige de préférence sur les fronts étendus en ordre mince.


Nous sommes en mesure de l'exécuter à toutes les distances : avec les boîtes à balles de 6 et de 12, jusqu'à 700 ou 800 pas, et on étend ses effets à 1600 pas, au moyen des shrapnels de 12.

Le tir des boîtes à balles peut produire de bons résultats contre l'artillerie établie à 400 pas de distance, et nuit aux troupes déployées ou en marche à 700 pas d'éloignement.

En deçà de 300 pas on pointe parallèlement, et au delà on tire de but en blanc ; sur un sol dur il est bon de donner un peu moins d'élévation pour profiter des ricochets.

Les shrapnels de 12 font beaucoup de mal aux colonnes situées à grandes distances; le pointage à 600, 800, 1000 et 1200 pas est exactement le même et emploie la hausse destinée au tir à boulet; le tir à 1400 pas exige une hausse moins élevée de 5^m que le tir à boulet à 1500 pas, et l'on atteint à 1600 pas en exhaussant de 12^m le quatrième cran de la hausse. Ainsi l'on peut dire que nos hausses de campagne réunissent les conditions d'un bon service.

La fusée du shrapnel de 12 devrait éclater, dans la branche descendante de la trajectoire, à environ 120 pas en avant du but; néanmoins, la grande vitesse du projectile diminue l'influence d'une erreur dans son point d'éclatement, et il suffit de le déterminer en avant du front des troupes pour obtenir un bon effet. Nous avons indiqué, page 109, les longueurs en temps de la fusée correspondantes aux différentes distances.



POINTAGE ET TIR DES OBUSIERS DE CAMPAGNE.

Quand la bouche à feu est pointée parallèlement, l'obus est	
porté à	175 pas.
Sous 1° d'inclinaison, l'obus atteint à	275 »
» 2° »	375 »
» 3° »	475 »
» 4° »	575 »
» 5° »	675 »

Les balles à feu demandent un peu plus d'élévation; sous 2 ou 4° ou les lance à des distances qui varient entre 300 et 500 pas.

L'opération du pointage s'exécute en dirigeant d'abord la ligne de mire sur l'objet à battre, mesurant ensuite son inclinaison avec le quart de cercle si le terrain est en pente; puis on lui donne l'élévation prescrite pour la distance en y ajoutant ou retranchant l'angle de la pente si elle est montante ou descendante. Et pour donner au pointage toute l'exactitude désirable, il faudra ensuite rectifier la direction avec un fil à plomb.

Tir roulant. — La seconde espèce de tir est usitée avec la même charge, sur un terrain favorable au ricochet, pour lancer des obus roulants contre des troupes à découvert.

Ce tir peu élevé comporte l'emploi d'une hausse analogue à celle pour canons de campagne; elle a trois crans :

le 1^{er}, élevé de 13^{mm}, donne le premier point de chute de l'obus à 600 pas,

2 ^e	"	25	"	"	800	"
3 ^e	"	32	"	"	1200	"

Le tir roulant est très-favorable avec l'obusier; l'effet dû à l'explosion s'ajoute à l'effet produit par le projectile agissant comme boulet.

Tir à mitraille. — Les boîtes à balles de l'obusier court n'atteignent pas au delà de 600 pas, malgré l'augmentation de la charge ordinaire portée à 0^k,60 pour ce tir.

En deçà de 300 pas on pointe parallèlement, et au delà on incline la bouche à feu sous 2 ou 4°.

L'obusier court exige donc trois instruments de pointage : une hausse, un quart de cercle et un fil à plomb.

Différentes espèces de tir de l'obusier long.

L'obusier long exécute un tir rasant à obus ou à mitraille et lance des obus par un tir plus ou moins plongeant.

• Ou 1500 pas.

Tir rasant et à mitraille. — L'obusier long est sous certains rapports préférable au court, dont le projectile n'a qu'une vitesse de 200^m environ. Il convient particulièrement pour battre des têtes de colonne, des lignes prises d'écharpe, de flanc ou de revers, et de l'artillerie.

Cette bouche à feu emploie plusieurs charges différentes; les fortes sont destinées au tir rasant à obus ou à balles contre des troupes à découvert; on affecte les faibles charges aux feux courbes. Avec la charge d'un kilogr. le tir parallèle donne une portée de 300 pas.

42 ^{mm} de hausse	600	,
66 ^{mm}	,	800	,
80 ^{mm}	,	1000	,
123 ^{mm}	,	1200	,

Au delà de ces distances, les hausses nécessaires seraient trop élevées, et l'on se sert d'un quart de cercle gradué.

Sous 6° d'élévation, la portée atteint 1400 pas,
 , 7° , , 1600 ,

La même charge porte la boîte à balles jusqu'à 400 pas quand on pointe parallèlement au terrain; à 600 pas, il faut 29^{mm} de hausse, et 15^{mm} de plus pour atteindre à 700 pas.

48 ^{mm} de hausse	donnent au shrapnel une portée de	600	,
71 ^{mm}	, , ,	800	,
99 ^{mm}	, , ,	1000	,
Sous un angle de projection de	4°26'	, 1200	,
, , ,	5°31'	, 1400	,
, , ,	6°42'	, 1600	,

La direction fichante de l'axe du cône de dispersion des balles, occasionnée par la faible charge d'un kilogramme, exige une détermination rigoureuse du point d'éclatement du projectile, qui doit se trouver à environ 50 pas en avant du but; et la vitesse de l'obus, au moment de l'explosion, est tellement réduite, que bon nombre des balles sont inoffensives. Selon toutes probabilités, le tir des shrapnels

de 24 ' avec l'obusier long sera bientôt abandonné pour être avantageusement remplacé par le tir du même projectile au moyen du canon court de 24 : cette bouche à feu permettra l'emploi d'une charge voisine de 2 kilogrammes, suffisante pour imprimer aux balles une vitesse mieux en rapport avec l'effet qu'on en attend.

Tir plongeant. — La charge d'un demi-kilogramme destinée au tir plongeant, mais cependant assez tendu pour permettre les ricochets, donne

avec 80 ^{mm} de hausse, une portée de 400 pas,	
" 104 ^{mm} " " 600 "	
sous 7° d'élévation, " 800 "	
" 8° " 1000 "	

A cette réduction de la charge correspond une diminution de 100^m dans la vitesse initiale de l'obus.

On se procure un tir plus plongeant en employant les quatre faibles charges de 0^k,40, 0^k,55, 0^k,30 et 0^k,25, obtenues par la combinaison d'une charge de 0^k,10 avec deux autres de 0^k,30 et 0^k,25, également transportées en campagne.

Les quatre charges précitées servent pour atteindre un ennemi retiré dans des retranchements, dans des habitations ou derrière des plis du terrain où l'on ne pourrait le frapper de plein fouet. Ces faibles charges sont employées en inclinant la bouche à feu sous son plus grand angle de projection, c'est-à-dire sous 11°, et

la charge de 0 ^k ,25 donne une amplitude de 600 pas,	
" 0 ^k ,50 " 800 "	
" 0 ^k ,55 " 1000 "	
" 0 ^k ,40 " 1100 "	

' Pour plus d'uniformité, nous désignerons l'obus à balles de 15 centimètres sous le nom de *shrapnel de 24* : désignation permise, puisque son poids est d'environ 24 livres et qu'il pèse autant que le boulet du même calibre.

La plus faible charge réduit presque de moitié la vitesse initiale qui, avec la forte charge de 1^k, est de 575^m.

La supériorité de l'obusier long sur le court, pour le tir des obus, est largement compensée par son infériorité comme arme de jet : car, même lancé sous la plus grande élévation et avec la plus faible charge, jamais l'obus ne s'arrête à son point de chute, au delà duquel il parcourt encore plus de 130 pas, en faisant une couple de ricochets. Nos batteries de 6 ne possèdent donc réellement pas d'armes de jet.

La hausse d'obusier long sert à la fois de hausse et de quart de cercle. Elle se compose d'une *plaque* de cuivre montée sur un *pied*, cintré dans le sens de sa longueur pour s'appliquer sur le renfort de la bouche à feu, quand l'instrument est employé comme haussé. Les extrémités du pied, également cintrées suivant la courbure du renfort, facilitent l'application de la hausse dans le plan de symétrie de la bouche à feu, lorsque, pour la faire servir comme quart de cercle, on la place suivant la génératrice supérieure du renfort.

La plaque porte à sa gauche un *pendule*, dont l'*aiguille* se meut en regard d'un *arc de cercle* de 45° gradué. Pour donner plus de mobilité au pendule, on le fait pivoter autour d'un axe long d'environ 0^m,05 et terminé en pointes à ses deux extrémités ; l'une des pointes est reçue d'un côté dans une espèce de crapaudine, assujettie par deux *vis* sur la face de la plaque, à l'angle supérieur de gauche ; les têtes de ces vis s'appuient au dos de la plaque sur un disque surmonté d'un cylindre, fermé à son extrémité par une troisième vis qui, légèrement creusée à son bout, supporte la seconde pointe du pivot. Le pendule est maintenu parallèlement à la plaque par une *bride* en arc de cercle, assujettie à ses extrémités au moyen de deux vis : le pendule oscille entre la plaque et la bride.

Au milieu de la hausse on a ouvert une *rainure* dirigée parallèlement au pendule quand il marque 0° ; dans cette rainure glisse à frottement une *visière* dont l'arête supérieure fournit,

avec le point le plus élevé de la plate-bande de volée, deux points de la ligne de mire.

La hauteur à laquelle il faut amener la visière pour pointer aux différentes distances est marquée sur l'instrument. Les nombres 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 et 1200, avec un trait en regard, inscrits à gauche de la rainure, indiquent la hauteur de la partie supérieure de la visière pour tirer les obus à ces distances en pas, avec la charge d'un kilogramme marquée au sommet de l'échelle; les nombres 400 et 600, tracés vers la partie supérieure de la hausse et à droite de la rainure, donnent les élévations pour le tir à la charge d'un demi-kilogramme indiquée d'ailleurs au-dessus du chiffre 600 : telle est la hausse proprement dite. On la place sur le renfort, sa rainure au-dessus du point le plus élevé du métal : elle occupe cette position quand, son pied s'appliquant exactement sur l'extrémité de la culasse, le pendule marque 0°.

Afin de donner les indications pour son emploi comme quart de cercle, au-dessous des nombres précédents et du même côté droit on a gravé un petit tableau à trois colonnes : la première à gauche donne les portées 600, 800, 800, 1000, 1000, 1100, 1400 et 1600; la seconde indique les charges, et la troisième l'angle de projection correspondant à la portée en pas et à la charge. Après avoir consulté ce tableau, afin de connaître la charge et l'angle de projection nécessaires pour atteindre à la distance voulue, on dirige la bouche à feu sur le but en visant par la plus haute division de la hausse et l'extrémité de la volée; puis l'on donne l'élévation en employant l'instrument à la manière des quarts de cercle ordinaires.

Les hauteurs pour le tir à mitraille sont indiquées sur la hausse, à gauche de la rainure, par les nombres 600 et 700 précédés des lettres BB. Le premier étant à la partie inférieure de l'ouverture, il faut, pour le pointage à 600 pas, diriger la ligne de mire par le fond de la rainure, élevée exactement de 29^{mm} au-dessus du renfort.

La hausse porte, sur sa face postérieure et à gauche de la rainure, une échelle métrique de 0^m,14 de longueur, qui sert au tir des shrapnels.

Le même instrument est destiné, par son inventeur M. le général Vandamme, à l'évaluation des distances. Pour cela, on se porte à 100 pas de distance de la bouche à feu sur une perpendiculaire élevée à la droite du plan de tir; arrivé là, on établit la hausse à hauteur de l'œil, les extrémités de son pied sur la perpendiculaire, et l'on dirige l'aiguille du pendule sur l'objet dont on veut déterminer l'éloignement. Pour trouver sa distance, on lira l'angle accusé par l'aiguille dans cette position et l'on consultera une table inscrite sur le dos de la hausse; cette table donne les cotangentes multipliées par 100 des angles de 11° à 45° : on n'a pas inscrit les cotangentes des angles en dessous de 11°, parce que celui-ci est déjà fort aigu pour s'observer exactement.

La hausse de l'obusier long donne une exactitude de tir suffisante dans toutes les circonstances de son emploi, et convient aux différentes espèces de tir; mais elle laisse à désirer sous le rapport de la solidité : la tige du pendule est facile à fausser; frottant alors contre la plaque ou la bride, l'aiguille peut donner des erreurs de 1° à 2°.

Les cinq charges différentes employées au service de l'obusier compliquent beaucoup les approvisionnements et peuvent donner lieu à des méprises.

Le soldat puise toute sa confiance dans la force destructive dont il dispose; si l'imperfection de ses armes lui ôte cette assurance indispensable au succès, le moindre mouvement offensif de l'ennemi lui fait lâcher pied, et change en déroute les combinaisons de tactique les mieux entendues. D'autre part, l'expérience de la guerre constate qu'une artillerie im-

puissante, soit par l'infériorité de son matériel, soit par l'incertitude de son tir, est plus nuisible qu'utile; et, loin d'arrêter l'adversaire, dédaigneux d'un si faible danger, elle l'excite à précipiter son attaque. Il est donc indispensable de s'attacher à amener les armes à feu à leur plus haut degré de perfection.

Avant d'entreprendre la description de nos armes, nous avons énuméré leurs qualités distinctives, afin de reconnaître ensuite si elles sont réunies dans notre matériel; mais cet examen ne pouvait porter sur les conditions du tir que nous ignorions alors. Actuellement nous pouvons continuer l'étude des armes à feu.

D'ailleurs, ce travail est encore utile sous un autre rapport, car, quelle que soit la valeur de nos armes, il est indispensable de connaître exactement leurs ressources, afin de fixer notre choix sur le calibre, l'espèce d'arme et le genre de tir à adopter selon les circonstances. Dans ce but, et pour apprécier les modifications successives apportées par les progrès de l'art de la guerre à la construction et au mode d'emploi des armes, afin de nous rendre compte des parties encore imparfaites et reconnaître la direction vers laquelle nous devons diriger nos recherches, enfin pour nous mettre à même d'employer le plus utilement les armes que l'on nous confie, la nécessité d'étudier avec soin *l'efficacité du tir des armes à feu* devient manifeste.

LIVRE IV.

EFFICACITÉ DU TIR DES ARMES A FEU.

On désigne par *efficacité* d'une arme tout le mal qu'elle produit pendant une action.

Indépendamment du calibre de l'arme, sa *probabilité de tir*, c'est-à-dire le nombre de coups qui, sur cent, atteignent le but; le *temps* nécessaire à l'exécution du tir, ou, plus généralement, le nombre de coups tirés en une heure, pour tenir compte des ratés; enfin, l'*effet produit* par le projectile et la *distance* à laquelle il est encore capable d'un effet suffisant, déterminent l'efficacité de son tir.

Examinons en particulier chacun des éléments de l'efficacité, pour arriver à l'apprécier méthodiquement.

La probabilité d'atteindre varie avec la *justesse du tir* de l'arme, l'*étendue*, la *distance* et la *nature* du but; l'*angle de tir*, la *nature du sol*, enfin la *variation de densité de l'air* et le *mouvement diurne* du globe exercent une certaine influence.

Justesse du tir.

Les armes à feu possèdent généralement peu de justesse de tir, parce que leurs projectiles sont soumis à des causes per-

manentes de déviation qui dépendent de leur mode d'emploi, de leur nature et du milieu dans lequel se meut le projectile.

Ces forces perturbatrices du mouvement des mobiles peuvent être classées en trois groupes, suivant qu'elles agissent *avant* la communication du feu à la charge, *pendant* le parcours du projectile dans l'âme, ou *après* sa sortie, durant son trajet dans l'air.

Causes de déviation qui agissent avant l'inflammation de la charge.— Une *mauvaise direction* de l'arme, c'est-à-dire un pointage inexact, est l'une des principales causes de déviation qui agissent sur le projectile avant l'inflammation de la charge.

L'incertitude du pointage provient, le plus souvent, de ce que la ligne de mire n'est pas établie exactement dans le plan de tir.

Si avec les armes portatives on suppose une légère inclinaison de leur plan de symétrie sur le plan vertical de tir, et par suite une non-coïncidence de la ligne de mire avec la génératrice supérieure du métal; si l'on dirige cette fausse ligne de mire sur le but, la forme conique du canon fera dévier la balle du côté où penche l'arme, parce que la trajectoire coupera le plan vertical de la ligne de mire et de l'axe du but. Toutefois l'écart du projectile sera peu considérable, vu la faible conicité du canon des armes portatives.

Pour annuler cette source d'erreurs et faciliter le service, on établit les mortiers sur des plates-formes horizontales en charpente. Si un tir prolongé déterminait l'enfoncement ou l'écrasement de quelques lambourdes, il serait nécessaire dans l'intérêt de la rectitude du tir de réparer immédiatement la plate-forme; mais le défaut de fermeté du sol, le manque de temps ou de matériaux, peuvent mettre obstacle à ces réparations : pour continuer à se servir de la ligne tracée sur le mortier, en vertu de la forme cylindrique de la bouche à feu, on pointera vers la gauche ou vers la droite du but, quand le flasque gauche ou celui de droite sera abaissé. La même observation

s'applique aux obusiers. Avec ces bouches à feu dont la surface extérieure est cylindrique, il n'y a pas grand inconvénient à adopter pour ligne de mire une arête quelconque de leur surface, l'écart du projectile ne pouvant jamais excéder son rayon.

La grande différence d'épaisseur en métal à la culasse et à la bouche des canons donne à ces pièces une forme conique très-prononcée. Par suite, l'inégalité de hauteur des roues de l'affût, conséquence de la pente du terrain, peut avoir une notable influence sur la justesse du tir, en occasionnant une déviation du projectile du côté de la roue la plus basse. Si l'on calcule l'écart latéral et vertical correspondant à une inclinaison donnée de l'axe des tourillons, on reconnaît que le premier est plus considérable; et cette déviation en direction est aussi la plus nuisible au tir des armes à feu rasant. L'expression analytique de l'étendue des déviations montre que les écarts du projectile augmentent avec l'angle de mire de la bouche à feu et avec la distance du but : c'était évident *a priori*. D'après une application numérique de ces formules, le boulet de 12 de campagne dévie de plusieurs mètres quand la bouche à feu est placée sur un terrain déversé sous 10° d'inclinaison.

Ainsi, quand les deux roues d'un affût ne seront pas également élevées par rapport au plan horizontal, il faudra viser latéralement au but du côté de la roue la plus haute. Les plates-formes employées dans les sièges rendent ces erreurs de pointage moins fréquentes : cependant les madriers peuvent être mal fixés ou gauchis par l'humidité.

Dans le tir des armes portatives, la mauvaise direction de l'arme peut encore être le résultat de la difficulté qu'éprouve le tireur à maintenir la ligne de mire dans une parfaite immobilité; ou bien si, au lieu d'appuyer progressivement le doigt sur la détente jusqu'à abattre le chien, le soldat exerce une action brusque et saccadée, l'arme sera dérangée de sa position. On évite en partie cette dernière irrégularité en ordonnant aux hommes d'agir sur l'extrémité de la détente : alors le

plus faible effort détermine la chute du chien et la main ne tremble pas. Si l'on suit avec le doigt la concavité du pontet, l'on est certain de rencontrer la détente à son extrémité.

Les mortiers et les obusiers présentent une source plus importante d'erreurs. La ligne de mire tracée sur la bouche à feu a trop peu de longueur pour être dirigée avec certitude suivant le plan de tir ; le pointage à point de repère, et une observation attentive des premiers coups, donnent les moyens de rectifier le tir.

Causes de déviation qui agissent pendant le parcours de l'âme. — Au nombre des causes de déviation de la seconde catégorie, on distingue :

a. Le recul de l'arme.

Avant d'apprécier son influence, il est naturel de se demander si le recul commence avant la sortie du projectile. Une expérience, faite en 1703 par Cassini fils, devant les membres de l'Académie des sciences, prouve à l'évidence que dans les fusils l'action du recul se fait sentir avant la sortie de la balle. Il fixa un canon de fusil chargé, perpendiculairement à l'un des côtés d'une planchette triangulaire, assujettie à pivoter horizontalement autour de l'une des extrémités de ce même côté, et mit le feu à la charge. Par l'effet du recul, le triangle prit un mouvement de rotation autour de son pivot, entraînant avec lui le canon ; et la balle ayant été déviée latéralement, on était en droit de conclure le déplacement du canon avant la sortie du projectile. Les résultats du tir à la cible confirment parfaitement ce fait : on remarque que la balle moyenne est à droite de la cible ; le tireur appuyant, en effet, l'arme à sa droite, cède plus ou moins à la force du recul dépensée sur son épaule.

Cassini démontra par une seconde expérience que, si le fusil était librement suspendu en forme de pendule, le recul n'aurait aucune action sur la direction de la balle. Ceci explique pourquoi le tir à l'épaule surpasse quelquefois en justesse le tir

au chevalet, si l'homme a soin de bien épauler, afin de diminuer l'intensité du choc, et de maintenir convenablement son arme avec la main gauche.

M. le colonel Timmerhans conclut des expériences qu'il a faites, que la lumière placée à droite du tonnerre fait dévier vers la droite la balle des armes portatives. Ces résultats sont en opposition avec les expériences du général Decker, en 1829, à Coblenz : le projectile était toujours porté du côté opposé à la lumière des mortiers.

La pente de la crosse des armes portatives tend à relever l'arme et à faire porter le coup trop haut. Le *mode de support* de ces armes contribue donc puissamment à donner de la justesse à leur tir. Dans les pistolets, le recul est probablement sans influence sur le tir.

Le peu de longueur d'âme de nos bouches à feu, et l'achèvement de la combustion de leur charge pendant le parcours du projectile dans l'âme, tendraient à faire croire que le projectile a déjà quitté l'âme au moment où la force du recul est parvenue à vaincre l'inertie de la machine; cependant, on a remarqué que si l'affût est placé sur un terrain d'inégale résistance, le recul détermine l'enfoncement des roues, et le projectile dévie du côté de la roue la plus basse.

Le recul des armes à feu augmente en intensité avec la charge, le poids du projectile et la longueur de l'âme; et pour une même charge, il augmente avec son allongement. Le recul croît également en intensité, quand on rapproche l'axe de la lumière vers la direction de l'axe de l'âme, et quand son orifice intérieur est plus voisin du fond. La quantité de gaz employée à vaincre l'inertie du système dans les premiers instants croissant avec la surface du fond de l'âme, les fonds étendus donnent, toute chose égale, un plus fort recul; un allègement de l'arme ou un vide entre la charge et le projectile l'augmentent aussi.

La charge agit avec plus d'énergie sur l'arme que sur le

projectile : car, au moment où celui-ci a quitté l'âme, s'il est soustrait à l'influence de la charge, il n'en est pas de même du canon, sur lequel réagissent les gaz, par suite de la résistance opposée par l'air à leur écoulement dans l'atmosphère. La formule de la page 69 concorde parfaitement avec cette observation.

On n'augmente pas les dégradations des bouches à feu en empêchant leur recul : les canons de la Tour de Londres, dont les tourillons sont encastrés dans la maçonnerie, en sont la preuve.

Dans les armes portatives, l'intensité du recul doit être prise en sérieuse considération : car, si le recul est faible, le tireur, n'ayant pas à se préoccuper du choc inoffensif de son arme, pourra mettre toute son attention à bien viser.

Avec les bouches à feu, un recul trop étendu peut beaucoup ralentir la vivacité de leurs feux, par le temps employé à ramener la pièce en batterie après chaque coup : les aspérités de la plate-forme ou du sol et son inclinaison, l'élévation du tir, l'absence de graisse dans les moyeux des roues, et le poids du système, influent sur l'intensité du recul.

C'est surtout en campagne, où les bouches à feu ne sont pas établies sur plate-forme, que le recul est nuisible. Son amplitude est moyennement de 1^m,88 à 1^m,65 aux canons de 12 et de 6 sur un sol ferme ; il n'est que de 1^m à 0^m,86 sur un terrain sablonneux. L'obusier long recule davantage, à cause de la grande surface de son fond, du faible poids de la bouche à feu et du poids considérable du projectile ; quant à l'obusier court, son recul égale celui du canon de 6.

b. Les dégradations de l'arme.

Les gaz qui proviennent de la charge, et les pressions exercées par le projectile contre les parois de l'âme, occasionnent à la longue des dégradations aux armes et finissent par les mettre hors d'état de servir.

Si, dans les armes portatives, la grande dureté du métal

employé à leur fabrication s'oppose aux dégradations, il en est tout autrement dans les bouches à feu. La haute température et la force élastique des gaz de la poudre produisent, en arrière de l'emplacement du projectile, des dégradations plus ou moins profondes : les unes n'influent pas sur le tir, les autres altèrent sa justesse en modifiant la direction du projectile à sa sortie de l'âme; ces dernières fixeront seules notre attention.

Par leur température élevée et leur grande vitesse d'écoulement, les gaz déterminent un *évasement* de la lumière, qui laisse alors échapper une plus grande quantité de gaz perdue pour le projectile; les pièces de fonte sont très-sujettes à cette dégradation. Si l'évasement de la lumière était trop considérable, la réaction de la vis de pointage pourrait vaincre la prépondérance de la bouche à feu et déprimer la volée, au point de d'occasionner un abaissement du projectile à sa sortie des pièces longues. Les parties anguleuses des mortiers et des obusiers de bronze, dont l'âme est raccordée avec la chambre par une demi-sphère, *s'égrènent* bientôt : l'évasement de la lumière et l'égrènement des arêtes intérieures n'ayant d'influence que sur la portée des bouches à feu, nous y reviendrons plus loin.

Les dégradations produites par le projectile se remarquent toujours dans la partie de la bouche à feu comprise depuis l'emplacement du projectile jusqu'à la bouche : elles ont une action plus directe sur la justesse du tir. Le *logement*, dépression du métal, résulte de l'action des gaz qui, en s'échappant par le vent, produisent une pression du projectile sur la paroi inférieure de l'âme; bientôt celui-ci, obligé, pour quitter son logement, de pousser devant lui le métal de la bouche à feu, donne naissance à un *bourrelet* dont les dimensions vont sans cesse en augmentant.

Reposant dans son logement, le projectile se met en mouvement dans une direction oblique à l'axe de l'âme, et va cho-

quer sa paroi supérieure un peu en avant des tourillons, ricoche contre la paroi inférieure, pour aller de nouveau heurter la partie supérieure de l'âme vers la bouche; ces chocs produisent, sur la paroi, des dépressions du métal appelées *battements*. Quelquefois les battements sont en grand nombre, surtout si le vent est faible : dans nos bouches à feu il y en a généralement trois.

A chaque coup, les battements s'approfondissent, et leur intensité peut être suffisante pour faire *ployer* la volée, pour *crevasser* ou *gercer* sa surface extérieure.

D'autres fois le projectile se brise au premier battement, et ses fragments produisent des *éraflements* dans la longueur de l'âme.

Quand le dernier battement se fait à la bouche, il occasionne son *évasement*; et s'il se forme des *bavures* à la tranche, l'évasement devient un *égueulement*.

Dans les pièces neuves, les premiers battements ont lieu vers la bouche; c'est pourquoi l'on termine les pièces par un bourrelet ou une plate-bande. A mesure de l'approfondissement du logement, les battements se rapprochent du fond de l'âme et deviennent de plus en plus nombreux. Le logement et les battements se forment moins rapidement et sont moins profonds aux pièces de fonte, aussi tirent-elles plus juste. Par le tir à balles, les bouches à feu se couvrent intérieurement de battements peu profonds.

Les mortiers présentent rarement des battements; mais d'un autre côté, la force du recul occasionne souvent, aux gros calibres, la *flexion* des tourillons.

Les battements sont la plus fréquente cause des mises hors de service des bouches à feu longues, et quand elles sont égueulées leur tir devient tout à fait irrégulier.

Aux bouches à feu de siège, un logement d'une profondeur de 4^m,6 les met hors de service; celles de campagne, tirant à projectiles ensabotés, peuvent continuer leur service tant

que le logement n'a pas atteint une profondeur plus considérable d'un millimètre; et aux bouches à feu courtes, le logement peut encore s'approfondir de 1^{mm},8, sans que leur tir soit trop inexact.

Les érafllements à arêtes vives qui exposent la gargousse à se déchirer quand on l'introduit, la rupture ou la flexion d'un des tourillons qui ôte toute précision au pointage, enfin une forte crevasse ou gerçure, une cavité intérieure, telle que *chambre* ou *soufflure*, etc., mettent la pièce hors de service.

En général, les bouches à feu se dégradent d'autant plus rapidement que leur calibre ou leur charge habituelle sont plus considérables; les projectiles d'un grand poids dégradent aussi plus rapidement les bouches à feu.

Il est facile de se rendre compte de l'influence des battements sur la justesse du tir : un battement profond à la partie supérieure de l'âme peut faire soulever la bouche à feu et dévier le projectile ; pour produire cet effet au canon de 24, il suffit que le battement soit à 14 calibres de distance du fond de l'âme, et un battement éloigné de 11 calibres peut avoir le même résultat au canon de 12. Tout fort battement fait souffrir les sus-bandes. Si le dernier battement se fait latéralement, la bouche à feu peut être poussée de côté; et en admettant l'insuffisance de l'intensité des battements pour déranger la pièce, ils modifient toujours la direction ou l'angle sous lequel le projectile commence son trajet.

Diverses circonstances peuvent précipiter ou retarder les dégradations des bouches à feu. L'emplacement de la lumière tel qu'il a été déterminé pour nos pièces est le plus favorable; toute autre position moins inclinée sur l'axe de l'âme, ou plus rapprochée du fond, est nuisible.

L'adoption d'un grain de lumière, posé à froid, prolonge beaucoup la durée des bouches à feu, non-seulement parce qu'il est moins fusible que le bronze, mais encore parce qu'on peut le remplacer quand le canal est évasé au diamètre de 9^{mm},

quand il renferme des cavités de 2^m de profondeur ou capables de conserver le feu, et si le téton est refoulé au delà de 2^m. Un grain de lumière en cuivre ou en fer eût certainement prolongé la durée des pièces de fonte; si l'on n'en a pas adapté à ces bouches à feu, c'est pour ne pas se priver d'un indicateur du degré de fatigue de la pièce. La lumière du mortier de 13, qui ne porte pas de grain, s'évase rapidement.

La forme de la chambre n'est pas sans influence sur les dégradations. Dans les mortiers de 29 à chambre tronc-conique, la bombe, ne posant pas sur la partie cylindrique de l'âme, vient, par le défaut de symétrie de la charge, dépenser sa vitesse sur la paroi de l'âme et y former un logement.

Les artilleurs ne sont pas d'accord sur la relation qui existe entre la grandeur du vent et les dégradations des bouches à feu; par suite, nous ignorons s'il y a utilité de le diminuer pour prolonger leur durée.

Un tir trop précipité peut échauffer le métal au point de le ramollir; les cinq minutes de temps exigées pour le pointage et le chargement des bouches à feu de gros calibre sont un intervalle suffisant, entre deux coups, pour empêcher ce ramollissement.

Pour une même espèce de poudre, les plus fortes charges sont évidemment les plus nuisibles à la conservation des bouches à feu. A charges égales, les poudres vives, qui se comburent en plus grande quantité avant le déplacement du projectile, causent les plus grandes dégradations; ainsi, la nature des composants de la poudre, la durée de sa manipulation, la forme et la grosseur des grains, leur lissage et leur densité modifient son action. Les poudres à charbon distillé ou à grains fins ne peuvent pas être employées pour les bouches à feu, car elles sont Brisantes : on doit rechercher de préférence les poudres à gros grains et fabriquées par le procédé des pilons.

Ces diverses dégradations, et d'autres encore, qui trouveront plus loin leur place, limitent la durée des armes à feu.

Un canon de fusil peut tirer 25,000 coups sans être hors de service; on le rebute généralement quand son diamètre est augmenté de 2^{mm},3 ou quand le calibre de l'âme est arrivé à 0^m,0181.

Les canons des mousquetons et des pistolets sont mis hors de service si l'âme a un diamètre de 0^m,0177. Le nettoyage journalier de l'arme est donc, plutôt que son usage pour le tir, la principale cause de réforme des armes portatives.

Les battements du projectile se remarquent rarement dans les mortiers et obusiers; la profondeur du logement n'a donc pas grande influence: aussi ces bouches à feu sont-elles d'une durée presque illimitée quand on ne tire pas à chambre pleine.

Les canons de siège sont ordinairement mis hors de service par 600 coups tirés à forte charge. Nos bouches à feu de campagne, dont les boulets sont ensabotés, peuvent résister à un tir de 2000 à 3000 coups; et après 3000 coups, les pièces de fonte ne présentent pas encore de grandes dégradations intérieures, la lumière seule est fort évasée; mais il y aurait imprudence à les employer plus longtemps, leur rupture devenant imminente.

Sur les trente canons de 24, en bronze, sortis de la fonderie de Douai pour être employés au siège de la citadelle d'Anvers en 1832, dix-neuf se trouvant hors de service après la campagne, il était urgent de continuer les expériences entreprises depuis longtemps dans le but de ralentir les dégradations des bouches à feu de bronze.

Suivant le conseil de Lamartillière, on avait déjà essayé en vain, pendant le siècle dernier, de prolonger la durée des pièces de gros calibre par un raccourcissement de l'âme; on a même eu recours au coulage à noyau comme il se pratiquait anciennement; mais tous ces moyens et ceux que l'on a proposés depuis n'ont pu arrêter le mal. Aussi, après avoir inutilement dirigé les recherches vers un meilleur alliage pour les bouches

à feu et un autre mode de fabrication de la poudre, on a dû, en dernière analyse, s'adresser au mode de chargement.

L'artillerie doit à M. le colonel Piobert la solution de cette importante question : il proposa, en 1838, un nouveau système de chargement qui, modifiant le mode d'action des gaz dans la bouche à feu, devait prolonger sa durée.

Ce perfectionnement, connu sous le nom de *chargement à gargousse allongée*, consiste dans l'emploi de charges confectionnées en forme de cylindre, d'un diamètre plus petit que celui de l'âme de la bouche à feu. L'influence de cette modification apportée au chargement tient à ce que allonger la charge revient à augmenter la distance du projectile au fond de l'âme, c'est-à-dire à ménager un vide en arrière du boulet. Or, vu la non-instantanéité de combustion de la poudre, ce vide diminue la tension des premiers gaz développés, sans nuire sensiblement à la vitesse initiale communiquée au projectile.

L'expérience a pleinement confirmé la théorie, en constatant que le chargement à gargousse allongée prolonge de beaucoup la durée de la bouche à feu et rend inoffensives les poudres brisantes. Par suite, nous donnons actuellement en Belgique un vent de 28^{mm} à la gargousse pour canon de 48

» 26^{mm} » » 36

» 24^{mm} au sachet » » 24

» 18^{mm} » » 18

» 12^{mm} » » 12

» 6^{mm} » » 6

de cette manière, la réduction du diamètre de la charge est proportionnée au calibre ou à la fatigue des bouches à feu. L'allongement de la charge doit croître en raison de la vivacité de la poudre.

On peut encore assurer la justesse du tir, en prolongeant la durée des pièces, par l'emploi de *sabots*, faits de matières compressibles et non élastiques, jouant le rôle d'un vide en arrière du projectile pour retarder la formation du logement, et dont

les éclats s'interposent entre le boulet et les parois de l'âme pour diminuer l'intensité des battements.

Des *bouchons* de foin, plus ou moins allongés, maintiennent le projectile en avant du logement, et peuvent également prolonger la durée des pièces en permettant l'emploi de bouches à feu déjà avariées. Il est bon de ne pas perdre de vue que, tout en retardant la formation du logement, les sabots augmentent les refoulements du métal au pourtour de la charge; ainsi, avec les bouches à feu en bon état on ne doit jamais employer les bouchons de foin, car ils précipitent les dégradations des pièces.

c. La *vitesse initiale* du projectile influe considérablement sur la justesse du tir.

Le *poids de la charge* est naturellement le premier élément de la vitesse initiale. Toutes les circonstances qui modifieront la vitesse initiale du projectile ou sa portée auront donc de l'influence sur la justesse du tir.

On sait par expérience que, dans les armes longues, à la plus forte charge correspond la plus grande justesse du tir; c'est le contraire dans les armes courtes. Il faut attribuer cette différence à l'achèvement de la combustion de la charge pendant le parcours du projectile dans l'âme. Pour le même motif, les plus faibles charges donnent les portées les plus régulières: car celles-ci sont toujours complètement comburées, et jamais aucun de leurs grains n'est projeté hors de la bouche à feu.

Une augmentation de la charge diminue les déviations latérales, parce que les fortes charges se disposent plus régulièrement en arrière du projectile, et leurs pertes par la lumière ou le vent sont moins sensibles.

Dans le tir à ricochet l'avantage des fortes charges est très-manifeste.

Toutes choses égales, la portée, l'effet produit par le projectile et son espace dangereux augmentent avec la charge: ceci n'est vrai que pour les charges inférieures à la charge du maximum, intimement liée à la longueur de l'âme et au poids

du projectile. D'après l'expérience, la charge du maximum est moitié poids du boulet, aux canons de campagne; mais cette charge est de beaucoup supérieure à celle que la solidité de l'affût permet d'employer. L'influence de la charge sur la portée diminue de plus en plus en s'approchant de la charge du maximum.

Avec une charge de moitié poids du boulet, en augmentant la longueur d'âme de 18 à 24 calibres, la portée n'augmente pas, et une âme de 16 calibres donne une portée plus faible qu'une âme de 18 calibres de longueur. Passé la charge du tiers, la portée n'augmente pas sensiblement, mais le recul et la fatigue de l'affût croissent rapidement, et en général les âmes longues donnent les plus grandes vitesses initiales.

La vitesse de la balle des armes portatives ne peut dépasser certaines limites, si l'on ne veut pas diminuer les effets du projectile : ainsi, une balle de fusil qui choque la surface de l'eau avec une vitesse de 300^m, y pénètre de 3^m; mais si sa vitesse est augmentée de 50^m, elle s'aplatit par le choc et quand elle atteint 500^m la balle se brise.

Avec ces armes, la grande vibration des parois, produite par une forte charge, altère la justesse du tir. D'ailleurs, si la charge des armes tirées à l'épaule dépasse certaines limites, le soldat jette une partie de la cartouche pour diminuer l'intensité du recul. La charge du fusil ou d'une arme à feu quelconque, à tir rasant, ne peut cependant être trop faible; car la forte courbure de la trajectoire qui résulte des petites charges augmenterait encore l'importance, déjà fort grande, d'une exacte appréciation de la distance.

L'emploi d'une faible charge fait, dans certaines bouches à feu, diminuer considérablement l'effet du projectile; le tir des shrapnels avec l'obusier long de 15 en est une preuve irrécusable : la charge d'un kilogramme, que l'on ne peut dépasser à cause du manque de solidité de l'affût, communiquant à l'obus une vitesse de 300^m au plus par seconde, restreint tellement

les effets de ce projectile qu'on a dû y renoncer en partie.

D'autres fois, une forte charge neutralise l'effet des projectiles : par exemple, avec le pierrier on ne peut employer une forte charge, car les pierres se briseraient et se disperseraient trop ; de fortes charges brisent également les balles à feu et à éclairer, et les lancent par suite à de moindres distances que si elles étaient projetées, entières, par une plus faible charge. Quand la charge ne dépasse pas 300^{gr}, un défaut de coïncidence de l'axe du plateau et de celui du mortier à boulets est sans influence sur les déviations.

Une charge constante n'imprime pas toujours la même vitesse au projectile, parce que la variation du mode d'inflammation et de combustion des grains de poudre, combinée à la longueur et au calibre de l'arme, modifie singulièrement la vitesse communiquée au projectile. A chaque bouche à feu correspond une espèce particulière de poudre qui donne les plus grands effets, et, il n'y a pas deux cents ans, l'on employait encore pour chaque bouche à feu une poudre différente.

Il est bien constaté qu'avec les fortes charges, si la poudre est d'une faible densité, celle à gros grains donne la plus grande vitesse ; avec les poudres très-denses, les grains fins sont préférables. Pour le tir à faible charge, la plus grande vitesse correspond aux poudres fines, quelle que soit leur densité ; par suite, les armes portatives exigent des poudres fines ou vives, mais leur grosseur pourra augmenter avec le poids de la balle ; pour l'usage des canons, on recherchera les poudres plus lentes, c'est-à-dire à gros grains : on peut cependant employer avec ces bouches à feu une poudre quelconque, même du poussier.

On augmente la rapidité de la combustion en prolongeant la trituration des poudres à charbon roux. Les poudres séchées au soleil, ou qui contiennent une plus grande quantité de charbon, brûlent aussi plus rapidement. Un peu d'humidité augmente en général la force de la poudre ; mais si elle

contient beaucoup d'eau, l'agglomération des grains ralentit la rapidité de transmission de la flamme et diminue la force de la poudre, en absorbant, pour la vaporisation de l'eau, une grande partie du calorique développé. Dès qu'une poudre a absorbé assez d'humidité pour produire une augmentation du volume de ses grains, le salpêtre, étant alors expulsé, s'effleurit à la surface et met la poudre hors de service. La quantité d'eau que peut absorber une poudre croît avec la proportion de charbon ou de poussier contenue et avec la finesse de ses grains.

L'humidité modifie complètement et peut même rendre impossible la combustion des fusées pour projectiles creux; elle ralentit, de 1 à $1\frac{1}{4}$ temps, la combustion des fusées métalliques, mieux garanties.

Des *bouchons* de foin, dont la perméabilité aux gaz est variable, modifient l'action de la charge sur le projectile et nuisent à la portée.

La *variation de diamètre* des projectiles, qui augmente ou diminue le vent, fait également varier la vitesse, à cause de l'inégale quantité de gaz échappée au-dessus du projectile à chaque coup. Néanmoins, les tolérances accordées pour la réception de nos projectiles n'ont pas grande influence. Les poudres vives perdent plus par le vent que les poudres lentes.

Une bouche à feu dont le tir s'exécute habituellement à forte charge peut, quand on tire à charge réduite, ne pas porter son projectile à la distance voulue : cela tient au grand refoulement du métal, occasionné par les fortes charges, et à l'augmentation du vent qui en résulte pour un projectile reposant sur une charge de moindre longueur. Le cas se présente dans le tir à ricochet avec des canons longs, qui ont déjà été employés au tir en brèche. Il faudrait, pour conserver au boulet le même vent, le reporter en avant du logement par l'interposition d'un long bouchon : mais le remède serait pire que le mal, car le grand espace vide entre la charge

et le projectile diminuerait bien davantage la tension des gaz.

La *variation de résistance* opposée à la sortie du projectile influe notamment sur les portées; ces différences peuvent être le résultat de l'irrégularité de leur poids.

Les balles de plomb présentent presque toujours une petite cavité intérieure, par suite du retrait du métal pendant le refroidissement : ce vide modifie leur poids. Pour écarter cette cause d'incertitude du tir, on a fait des *balles par compression* : mais les expériences exécutées en 1839, en France, ont constaté le peu d'influence de ce vide sur la justesse du tir. Tandis que pour les projectiles fabriqués avec un métal dont la densité absolue est variable et qui donne presque toujours lieu, par la coulée, à des chambres d'assez grandes dimensions, la variation de leur poids a une notable influence : il est reconnu que ces différences de poids des projectiles creux en fonte, d'un même calibre, augmentent avec leur diamètre. Aux bombes de 29, elles vont jusqu'à $4 \frac{1}{2}$ kilogrammes, et des obus de 15 diffèrent quelquefois d'un kilogramme.

La *mise au poids* des projectiles creux, par l'introduction d'une certaine quantité de sable, devait donc procurer une plus grande justesse de tir en régularisant les portées : l'avantage obtenu par cette opération s'est élevée, pendant la campagne de 1845, au polygone de Brasschaet, à 6,4 pour cent.

On ne peut pas toujours régulariser le poids des projectiles : le cas se présente dans le tir avec le pierrier, pour lequel il faut souvent se contenter de pierres qui n'ont pas toutes, à beaucoup près, le même poids. Aussi le tir de cette bouche à feu est-il moins régulier que celui du mortier à boulets, pour lequel, en comptant les boulets, on peut à chaque coup en mettre le même nombre et donner à la charge un poids à peu près constant.

Des *valets de cordages* de fortes dimensions, employés pour empêcher les fuites des gaz par le vent, modifient les résistances opposées aux mouvements du projectile et nuisent à la

justesse du tir. Il est probable que l'emploi de valets en forme d'anneaux, faits de papier enroulé sur lui-même, ne présentant pas les mêmes inconvénients, augmentera la portée de toute la force des gaz échappés par le vent avec le chargement ordinaire.

L'état de conservation de l'âme agit également sur la portée. Ainsi, les pertes de vitesse initiale du projectile qui augmentent avec la profondeur et le nombre des battements, le plus ou moins d'évasement de la lumière, les modifications de la grandeur du vent par suite du logement, et la plus grande perte de gaz résultant de l'égrènement des arêtes intérieures, peuvent faire varier la portée des bouches à feu entre des limites très-éloignées.

L'influence de la grandeur du vent sur les variations de portée est plus sensible avec les faibles charges ; il est reconnu que si le diamètre du plateau et celui de l'âme du pierrier diffèrent de plus de 3 à 4 millimètres, les portées sont très-irrégulières.

Suivant l'espèce de poudre, *l'emplacement de la lumière* a une importance variable qui croît avec la charge et la légèreté du projectile.

Le *tassement de la charge* modifie ses effets : si l'on comprime la poudre sans concasser ses grains, on augmente la vitesse initiale.

L'angle de tir paraîtrait devoir modifier la vitesse du projectile, car la charge est d'autant plus comprimée que l'angle de projection est plus ouvert ; toutefois les expériences de Metz, en 1846, ont constaté que dans les limites du service il n'y a pas de différence appréciable dans la vitesse initiale des boulets par suite d'un changement de l'angle de tir. Mais dans les pièces à feux courbes, l'angle de tir a une notable influence sur la vitesse initiale du projectile ; en prescrivant dans les règlements le nombre de fois qu'il faut refouler les charges dans le canon, et en ordonnant de laisser toujours tomber la

poudre d'une même hauteur dans la chambre des mortiers, on a eu en vue de toujours exécuter le tir dans les mêmes conditions.

La *forme de la chambre* des bouches à feu influe aussi sur la vitesse des projectiles, car de l'orifice de la chambre dépend la quantité de poudre comburée avant le déplacement du projectile. Avec nos poudres, la chambre conique est la plus désavantageuse, et l'avantage appartient à la chambre sphérique; les inconvénients des chambres coniques diminuent en raison de l'augmentation de la charge de poudre.

La présence d'un *vide en arrière* du projectile joue aussi un certain rôle en diminuant la tension des gaz dans les premiers instants; on augmente la portée des mortiers si l'on comble la chambre avec de la terre ou de la sciure de bois. Et quand la distance entre la charge et le projectile est assez grande pour permettre aux gaz de le choquer violemment, on court le risque de déterminer la rupture des parois de l'âme; ainsi, un lingot du poids de 0^k,1, placé à 50 centimètres du tonnerre, un tampon de bois forcé à la bouche du canon, ou un bouchon de liège, placé à quelque distance de la charge, peuvent faire éclater un canon de fusil chargé de deux cartouches.

Tout ce que nous venons de dire de la variation des vitesses initiales, montre l'importance que l'on doit attacher à une bonne confection et à une exacte pesée des charges de poudre, si l'on veut conserver aux règles de tir et aux instruments de pointage toute la précision que l'on s'est efforcé de leur donner.

Quels que soient les soins apportés à la confection des cartouches, le mode d'amorce des armes à feu portatives doit indubitablement faire varier, à chaque coup, la charge et la portée.

En versant une partie du contenu de la cartouche dans le bassinet, ou le soldat n'en met jamais exactement la même quantité, ou un choc de son voisin dans les rangs lui fait ré-

pandre sa poudre sur le sol. C'est principalement pour remédier à cet inconvénient qu'en 1841 on a remplacé la platine à silex par une *platine à percussion*. Par cette modification, d'autres améliorations ont été apportées aux armes portatives : faculté de faire feu par tous les temps, départ plus rapide du coup assurant mieux sa direction, et suppression du crachement pour la plus grande commodité du tireur. D'ailleurs, l'empressement avec lequel les chasseurs acceptèrent les *capsules à percussion* devait naturellement les faire adopter pour les armes de guerre : car le grand nombre de ratés du fusil d'infanterie avait pour effet d'affaiblir chez le soldat la confiance qu'il doit avoir dans son arme.

Mais remplacer toutes les armes à feu portatives en usage par des armes nouvelles, c'eût été entraîner l'État dans d'énormes dépenses ; il fallait donc chercher à modifier les armes à silex, de manière à leur permettre l'emploi des amorces fulminantes.

Ce résultat a été obtenu au moyen des armes de *transition à platines transformées*, dans lesquelles, à l'exception de la platine dont on a utilisé la plus grande partie des pièces, toutes les autres parties des armes à silex ont été conservées.

Le chien de la platine est remplacé par un *marteau à tête* creusée et recourbée avec *échancrure* en avant, afin de faciliter l'échappement des gaz ; la *crête* du marteau sert de point d'appui pour porter l'arme au bras ; la *face* carrelée empêche le doigt de glisser quand on arme ; la large tête du marteau facilite, dans une fabrication en grand, l'ajustage du chien sur la *cheminée*, et permet d'employer indifféremment des capsules grosses ou petites ; on a fortement dévié la tête vers la gauche pour qu'elle frappe la capsule placée sur la *cheminée*, et le marteau est fixé par son *pied* au carré de la noix. Enfin toutes les pièces du bassinet et de la batterie sont supprimées.

La lumière est bouchée, on lui a substitué une *cheminée vissée* à écrou sur le tonnerre ; cette *cheminée* est percée jus-

qu'à l'âme, et de telle sorte que son *canal de lumière* arrive directement sur la charge. Les deux *pans coupés* de la cheminée servent de point d'appui au *tourne-cheminée*; sa partie supérieure, la *table*, est *chanfreinée*, afin de diminuer la surface sur laquelle le choc du chien est réparti : l'espèce de tranchant formé par ce chanfrein traverse la couche de vernis dont on recouvre la poudre fulminante renfermée dans la capsule pour garantir cette composition de toute atteinte ou la préserver des effets de l'humidité, et si le chanfrein n'existait pas, il faudrait employer des ressorts très-énergiques pour déterminer l'explosion de la poudre fulminante. Un ressort est réputé de force convenable quand un poids de 8^k,5, suspendu à la naissance de la crête du chien et agissant perpendiculairement, ne soulève pas le chien abattu.

La flamme produite par la déflagration de la poudre fulminante n'agit pas à grande distance; son effet dans les armes est donc d'autant mieux assuré que la cheminée est moins longue.

Les mousquetons et les pistolets ont subi la même transformation.

La forme de la capsule est celle d'un cône à *rebords* au pourtour de sa base; elle provient d'une étoile de cuivre laminé découpée en six branches, rapprochées pour former le corps, et laissant entre elles six *fentes* presque imperceptibles depuis l'orifice jusqu'au milieu de la hauteur du cône : cette disposition permet à la capsule de s'épanouir par l'effet de l'explosion et contribue avec l'épaisseur du cuivre à prévenir les éclats. Les dimensions de la capsule donnent aux hommes la facilité d'amorcer avec aisance et promptitude dans toutes les circonstances, même par un froid rigoureux ou pendant la nuit. La conicité de la capsule étant moindre que celle de la cheminée, elle tient par son cercle d'entrée, et il suffit d'appuyer avec le pouce sur la capsule pour la mettre à fond. La capsule est chargée de quelques centigrammes de *poudre fulminante*, fa-

briquée au fulminate de mercure : on a donné la préférence à cette poudre parce qu'elle se conserve plus facilement et attaque moins le fer ou l'acier que les poudres fabriquées au chlorate.

L'expérience a prouvé que l'emploi des capsules fulminantes et la diminution du diamètre du canal de lumière, d'où résulte une moindre perte de gaz, permettaient de réduire la charge à neuf grammes et demi pour les fusils et à quatre grammes pour les mousquetons et les pistolets.

Sous le rapport de la simplicité du chargement, les armes à silex l'emportent sur les armes nouvelles, en ce qu'elles n'exigent pas deux espèces de munitions, et il pourrait arriver qu'un homme fût privé de prendre part au combat parce qu'il aurait perdu ses capsules. Pour éviter ce grave inconvénient, chaque paquet de dix cartouches contient un *sachet* de papier renfermant douze capsules, dont deux de réserve : au moment du tir, le soldat dispose ces capsules dans une *pochette* de buffle attachée au baudrier de giberne et à hauteur du cinquième bouton de l'habit.

La transformation des armes à silex a déjà simplifié la platine ; la suppression du ressort de batterie rend la fabrication plus facile, et ni le vent ni la pluie ne peuvent nuire au service de l'arme.

Pour les armes neuves, on a adopté un fusil à percussion désigné sous le nom de *fusil nouveau modèle*.

Le canon porte un *guidon* de fer, placé entre les deux bandes de l'embouchoir et contre la bande supérieure ; l'*embase* du guidon est à fleur de l'embouchoir et le *grain de mire* dépasse cette pièce de garniture ; le canon porte, vers le tonnerre, une *loupe*, renflement du métal dans lequel on a pratiqué un *logement taraudé* pour recevoir la *cheminée*. Les quatre *pans coupés* de la cheminée servent d'appui au tourne-cheminée ; le *canal de lumière* débouche à la partie supérieure du fond de l'âme : il est incliné de 60° sur l'axe de l'âme prolongé. Le bouton

de culasse terminé postérieurement par un *crochet à bascule* dont les *faces* supérieure et inférieure sont des surfaces cylindriques de même axe, se loge dans la *mortaise de la fausse culasse*. Cette fausse culasse, fixée à demeure dans le bois, porte latéralement un *trou taraudé* servant d'écrou à la *vis de platine*; sa *tige*, également taraudée, tient lieu d'écrou pour la vis de sous-garde et de taquet pour la baguette. Par cette disposition nouvelle de la culasse, l'homme n'est plus exposé à briser la queue de la culasse quand, oubliant d'ôter sa vis, il veut, après avoir enlevé les boucles, détacher le canon du fût. Sur la partie supérieure du tonnerre, on a fixé une *visière*, avec *cran*, pour faciliter l'exécution du tir de l'arme.

La platine, imitation de celles appelées *platines renversées* dans l'arquebuserie de luxe, ne compte plus que onze pièces dont un seul ressort. La grande branche du ressort, mobile dans les deux sens, agit sur la noix par l'intermédiaire d'une *chaînette*. La chaînette porte deux *doubles pivots*; l'un, le plus long, est reçu dans l'*évidement* de la griffe du ressort; l'autre dans la noix : cette chaînette donne plus de liant au mouvement de la platine, diminue ses frottements, et n'exige que très-rarement l'application d'huile aux articulations. La petite branche du ressort, mobile dans un seul sens, depuis son *pivot* jusqu'au *rouleau* qui la termine, fait fonction de ressort de gâchette; sa *patte* s'engage sous l'*épaulement* du ressort, pour le maintenir appliqué contre le corps de platine, et permet le mouvement ascensionnel de la petite branche, quand elle est pressée par le corps de la gâchette.

La noix affecte une forme particulière; sa griffe est remplacée par un *évidement* et un *trou*, pour faciliter l'entrée du pivot de la chaînette et la recevoir. La chaînette se loge dans une *entaille* de la noix quand le chien est au bandé; le *talon* de la noix appuie contre le *pied de la bride*, pour s'opposer à ce que le chien dépasse le cran du bandé; l'*espalet*, placé sur la face interne du chien aux autres platines, a été dans celles-ci

transporté sur la noix : il s'appuie sur la partie supérieure du pied de la bride et empêche la compression de la cheminée quand le chien est abattu ; on a évidé postérieurement l'espalet, afin d'y loger la griffe du ressort quand il est bandé.

Le pied de la bride de noix est percé de deux conduits cylindriques pour les vis : assujettie par les deux *vis de bride* et par la *vis pivot de gâchette*, la bride est beaucoup mieux fixée que dans l'ancienne platine.

Une *entaille* pratiquée à la partie inférieure du bec de la gâchette, reçoit la partie saillante du cran du repos et contribue à empêcher le chien de s'abattre quand il est au repos.

La nouvelle platine, comptant onze pièces, en a donc environ moitié moins que la platine à silex : il y a en tout vingt-huit pièces de garniture.

La mise en bois de cette platine a été combinée de manière à placer le devant à hauteur du tonnerre ; son *logement* se prolonge sur la poignée de l'arme : cette disposition consolide la monture dans les parties voisines du tonnerre, fortement éprouvées par les ébranlements du tir. La *tête* renforcée de la platine est assujettie par une seule vis, et sa queue porte une *échancrure* circulaire fraisée que l'on engage sous la *tête d'une vis à crochet*.

Une *vis à renfort*, avec deux *rosettes*, tient lieu de rivet pour serrer les fibres et renforcer la monture ; elle traverse le bois vers la région du tonnerre. La crosse est plus large et n'a pas de joue ; sa plaque de couche, en *cul de poule*, est évidée. Le battant inférieur est fixé à demeure sur le pontet. Enfin le gros bout de la baguette, en forme de tête de clou, porte un *creux* ou *fraisure* qui empêche la déformation de la balle.

Ce fusil réunit les conditions d'une bonne arme de guerre ; il est simple, sa platine est d'un mécanisme peu compliqué, il est d'un poids modéré, son entretien exige une plus rare application d'huile, ses réparations sont faciles, il se charge

rapidement, sa portée est suffisante et la force de pénétration de sa balle convient aux circonstances de son emploi; en outre, on peut enlever le canon sans pour cela ôter la platine; et le nettoyage de celle-ci n'exige pas qu'on l'enlève du bois, la tête du chien étant seule exposée à se salir. Le remplacement des griffes de ressort et de noix par une chaînette, soustrait la platine aux dégradations résultant des chutes répétées du marteau sur la cheminée; par suite, les *ressauts* ne peuvent plus se former sur la griffe de noix, et il n'y a plus de force vive perdue pour les faire surmonter par le rouleau du ressort.

Les règles de tir du fusil à silex sont applicables au fusil nouveau modèle, dont la justesse est plus grande : cela tient en partie à la communication plus rapide du feu à la charge, qui diminue les chances de dérangement de l'arme pendant le tir.

Le règlement sur l'entretien et la conservation des armes à percussion entre les mains des troupes, prescrit de dévisser la cheminée quand son canal est obstrué : les sous-officiers, caporaux ou brigadiers, ainsi que les armuriers des corps, sont seuls chargés de cette opération. En conséquence, ils sont munis d'un *tourne-cheminée* d'acier trempé et recuit au bleu, composé d'une *tête* cylindrique à deux *aillettes* avec *cavité* forée suivant son axe, et d'une *queue*. Pour dévisser la cheminée, on adapte la queue sur l'étui du nécessaire d'arme; on introduit la cheminée dans le creux de la tête de l'instrument, de manière à pincer les pans coupés entre les ailettes, et l'on tourne à gauche.

La suppression du ressort de batterie rendant inutiles les crochets du monte-ressort, on en a adopté un nouveau pour les armes à percussion. Son *corps* est terminé à l'une de ses extrémités par un *écrou* pour la *vis de pression*, et à l'autre par un *coude*, avec *grande* et *petite griffe*; la branche mobile se meut dans les deux *glissières à rainures* du milieu du corps.

Cette branche a deux *renforts*, l'un grand et l'autre petit : un *mentonnet* ou *griffe* termine l'extrémité du dernier. Une *vis* assujettit la branche mobile dans la glissière, et le *têton* de la vis de pression, à *tête plate*, rapproche la branche mobile du coude quand on veut serrer un ressort.

Pour remédier à l'inconvénient du difficile placement de la capsule sur la cheminée des armes à percussion, on avait voulu introduire le système Heurteloup à amorce continue : mais le tranchant du marteau s'émoussait bientôt, déterminait alors l'inflammation et l'explosion de toute l'amorce, et produisait ainsi la rupture du canal qui la contenait.

L'application des amorces fulminantes aux bouches à feu est bien loin de procurer les mêmes avantages qu'aux armes portatives, et l'on compte si peu sur la solidité de l'appareil à percussion, que les bouches à feu de campagne ont toujours un double approvisionnement d'étoupilles : l'un à percussion, l'autre ordinaire avec lances à feu et mèches.

Le *métal de l'arme* peut aussi modifier la vitesse du projectile ; car la moindre compressibilité de la fonte, ses propriétés conductrices de la chaleur moins développées, et sa plus grande résistance à la déformation, absorbent une plus faible partie de la force de la poudre, qui communique ainsi au projectile une plus grande vitesse initiale que si la bouche à feu était de bronze. L'expérience donne, sous le rapport de la vitesse initiale, un léger avantage aux pièces de fonte : le boulet de 12, tiré avec la pièce de campagne de bronze, a une vitesse initiale de 500 mètres, tandis que la même charge communique au même projectile une vitesse de 526 mètres, quand il est lancé avec la pièce de place. En revanche, le métal le plus mou, et par suite le moins élastique, absorbe à chaque battement une plus grande partie de la composante normale à l'axe de la vitesse du projectile, et doit redresser davantage sa direction : rapprochant le projectile de l'axe à sa sortie de la bouche à feu, un métal mou procure ainsi une plus grande

justesse de tir; malheureusement la bouche à feu se dégrade beaucoup plus facilement quand le métal n'est pas d'une dureté suffisante.

La portée croît avec l'*échauffement du métal*, parce que les gaz perdent moins de calorique par leur contact avec la paroi et conservent une plus forte tension : d'après cela, la portée des bouches à feu doit augmenter après quelques coups tirés¹.

Les trois causes de déviation que nous venons d'étudier ont pour effet principal de déterminer l'*angle de départ* du projectile, c'est-à-dire l'angle sous lequel il quitte l'arme. Aussi le projectile commence rarement son mouvement dans l'air en suivant le prolongement de l'âme, destinée cependant à le diriger; et la réaction de la paroi inférieure de l'âme, sur laquelle est comprimé le projectile, lui fait ordinairement quitter son logement dans une direction inclinée vers le haut. D'après de nombreuses expériences, les boulets et les obus quittent le plus souvent leur bouche à feu sous un angle plus ouvert à l'horizon que l'axe de l'âme : cet angle est moyennement, pour les canons, de $3' \frac{1}{2}$; aux obusiers, le relèvement moyen est de $10' \frac{1}{2}$, à cause de leur moindre longueur d'âme et de la faible densité du projectile; ce relèvement a aussi été constaté dans le tir des mortiers. Il croît, en général, en raison inverse de la longueur de l'âme et semble indépendant de la charge employée.

Les *vibrations du métal*, très-fortes dans les armes portatives, peuvent aussi occasionner de grands écarts de direction. Au tir à l'épaule, les vibrations de l'extrémité du canon du fusil d'infanterie s'étendent dans le sens vertical à un demi-centimètre, et sont moitié plus faibles dans le sens horizontal. Il est bon d'avoir égard à ces vibrations du métal, dont l'intensité croît avec la charge et en raison inverse du recul et de l'épais-

¹ Robins avait reconnu, en 1743, l'action sur la portée d'un échauffement des canons de fusil.

seur du métal. La monture en bois du fusil les réduit à 1 ou 2 millimètres. Le surcroît d'épaisseur donné au canon de fusil est donc utile sous ce rapport, et le bourrelet, renflement du métal à l'extrémité de nos bouches à feu, tient lieu d'une augmentation d'épaisseur des parois. On diminue les vibrations en n'arrêtant pas le recul, en employant pour le projectile un métal mou et peu élastique, et en rendant rugueuse la surface intérieure du canon.

A tort ou à raison, on a depuis longtemps attribué à l'existence du vent les grandes différences entre les angles de départ des projectiles. Il paraît bien évident que si l'on supprimait le vent, le logement ne se formerait pas, et les battements ne pouvant avoir lieu à l'origine du mouvement, le projectile suivrait à peu près la direction de l'axe de l'âme.

Nous avons vu que le vent est indispensable aux bouches à feu, mais on peut le supprimer aux armes portatives, car le métal du projectile permet son introduction, de force, dans le canon.

On a donc construit des armes employant des balles d'un calibre un peu plus grand que celui de l'âme, dont on forçait l'introduction dans le canon. La plus grande justesse de tir obtenue par cette innovation, avec les armes portatives, était achetée au prix de grands inconvénients : ainsi, le chargement des armes à *balle forcée* était beaucoup plus long, et après peu de coups l'encrassement du tir rendait très-difficile l'introduction du projectile, malgré la forte baguette et le maillet dont on se servait.

Pour abréger le temps nécessaire au chargement de ces armes, on proposa de l'effectuer par la culasse, imitant en cela les premières armes à feu construites vers 1313. Différents fusils furent établis dans ce système : les uns, à la *Chaumette* ou du *maréchal de Saxe*, permettent de découvrir la partie supérieure du tonnerre pour y introduire la cartouche ; avec d'autres, parmi lesquels on distingue les fusils *Robert* et *Lefauchaux*, qui mettent à découvert la tranche postérieure du tonnerre, on peut tirer jusqu'à 14 coups par minute ; enfin, on introduit la car-

touche par la partie antérieure du tonnerre, dans une troisième espèce de fusil analogue à l'*ancien fusil de rempart français*.

Plusieurs de ces armes étaient fort ingénieuses, et, par la suppression de la baguette, elles joignaient à l'avantage d'un tir très-rapide la faculté de pouvoir être chargées dans toutes les positions, quelle que fût la longueur du canon; de plus, le soldat ne courait aucun risque d'être blessé pendant le chargement, et il lui était impossible de mettre deux cartouches l'une sur l'autre. Il est fâcheux que tous ces avantages aient été largement compensés par l'inconvénient d'avoir, à l'endroit du canon où les gaz agissent avec leur plus forte tension, des assemblages mobiles exigeant une grande précision et s'encrassant trop rapidement pour pouvoir pendant longtemps s'ajuster avec toute l'exactitude nécessaire; après peu de temps, des fuites de gaz se manifestaient et mettaient ainsi l'arme hors de service.

Dans le but de permettre la diminution du vent des bouches à feu, d'augmenter la rapidité de leur tir et de soustraire les servants aux chances d'accident, on a aussi tenté, à plusieurs époques, de charger les canons par la culasse; jusqu'à présent, aucun des systèmes proposés n'a, croyons-nous, trouvé une utile application.

Le chargement par la culasse ne pouvant être adopté, on chercha à diminuer l'encrassement des armes portatives et à faciliter l'introduction de la balle par l'emploi d'un *calepin* imbibé de suif, dont on entourait le projectile; et, dans le même but, on creusa sur la paroi interne de l'âme des *rayures* droites pour y loger la crasse. Cette dernière modification apportée aux canons, facilite beaucoup l'introduction des balles forcées, donne au fusil la faculté de tirer un plus grand nombre de coups sans qu'il faille le nettoyer, enfin la déformation de la balle à sa sortie diminue son élasticité, et contribue à lui donner, à faible distance, plus de justesse de tir; mais l'inégale résistance de l'air sur une balle ainsi déformée lui occasionne de grands écarts de direction, quand la distance du but dépasse

certaines limites ; et , malgré les rayures , l'introduction de la balle exige toujours une forte baguette et un maillet. Le chargement à balle forcée présente encore d'autres inconvénients peut-être plus graves ; ainsi , pour ne pas fléchir sous l'action du maillet , la baguette ne peut être très-longue , l'arme est par suite fort courte et perd ses propriétés d'arme d'hast ; la poudre souvent pulvérisée par la balle , et la charge déjà diminuée , pour amoindrir le recul d'une arme sans vent , fournissent des portées très-inégales.

Les cacons de fusils rayés intérieurement sont dits carabinés : on connaissait déjà les *carabines* à la fin du quinzième siècle. Leur invention est attribuée à Gaspard Zöllner , de Vienne ; elles furent perfectionnées , en 1552 , par Danner de Nuremberg.

Un autre moyen de diminuer les différences entre les angles de départ sans supprimer le vent réside dans l'*allongement* de l'âme. Le nombre des battements du projectile dépendant , en effet , de la longueur de l'âme , il résulte du mode de combustion de la charge et de la non-élasticité du métal de l'arme que la composante parallèle à l'axe de la vitesse du projectile croît continuellement , tandis que la composante normale à l'axe de l'âme décroît à chaque battement : les battements doivent donc être , comme l'indique l'expérience , de plus en plus distants , et leur intensité doit diminuer à mesure de leur rapprochement vers la bouche. Par suite , l'augmentation de la longueur de l'âme diminue la différence entre les angles de départ du projectile. La longueur la plus convenable ferait quitter le mobile toujours au-dessus ou au-dessous de l'axe de la bouche à feu ; mais le nombre des battements variant avec la profondeur du logement et avec la différence des calibres de l'âme et du projectile , il est impossible de déterminer la longueur d'âme qui remplit cette condition.

Il est bien constaté que l'on augmente la justesse du tir des armes portatives en allongeant le canon. Les pièces longues ont un tir à mitraille plus ramassé et tendent à égaliser les

vitesse imprimées à un même projectile par des poudres d'espèces différentes.

M. le lieutenant Otto, de l'artillerie prussienne, propose d'évaser légèrement l'âme vers la bouche des canons pour obtenir le même effet qu'en augmentant leur longueur.

Causes de déviation qui agissent pendant le trajet dans l'espace. — Trois causes de déviation agissent sur le projectile pendant qu'il parcourt sa trajectoire.

a. Le vent, c'est-à-dire l'agitation de l'air, influe sur le mouvement du projectile en le faisant dévier de sa direction initiale. Suivant Lombard, l'agitation de l'air peut faire dévier une bombe de 150^m, et, à la distance de 450 pas, une balle de fusil peut être écartée de 2^m,44 de la direction qu'elle eût suivie par un temps calme. Les déviations produites par le vent sont proportionnelles à sa vitesse et en raison inverse de celle du projectile. L'action du vent croît à mesure qu'il agit plus normalement au plan de tir, et c'est particulièrement vers la fin de son trajet, quand sa vitesse est un minimum, que le projectile cède le plus facilement à la pression du vent.

b. La rotation du projectile.

Malgré les soins apportés à la fabrication des projectiles, il est extrêmement rare, sinon impossible, qu'ils présentent une exacte coïncidence de leurs centres de gravité et de figure : il suffit d'un manque d'homogénéité du métal, ou de la formation d'une cavité intérieure par le refroidissement après la coulée, pour donner une excentricité à un projectile plein ; et le culot, l'œil, l'inégalité d'épaisseur des parois ou le mode de tassement de la charge intérieure occasionnent une distance entre les centres de gravité et de figure des projectiles creux. Toutefois, d'après le calcul, l'excentricité des projectiles creux en usage, est peu considérable.

La force impulsive qui met les projectiles en mouvement n'est généralement pas dirigée par le centre de gravité du mobile ; par suite, le projectile prendra deux mouvements

distincts : l'un, de translation, comme s'il avait été mû par une force appliquée à son centre de gravité; l'autre, de rotation autour d'un axe passant par ce même centre. L'axe de rotation changera à chaque instant, à moins qu'il ne soit un des axes du plus grand ou du plus petit moment d'inertie; encore, dans ce cas, les battements du projectile dans l'âme pourront le faire changer. En admettant même une parfaite fabrication, le mobile prendra néanmoins un mouvement de rotation à cause des battements. D'ailleurs, poussé en même temps en avant et contre la paroi inférieure de l'âme de la bouche à feu, par les gaz qui s'échappent au-dessus du projectile, celui-ci quitte son logement en acquérant un mouvement de rotation initiale.

On peut facilement se convaincre expérimentalement du mouvement de rotation. Que l'on tire avec un fusil dans des sacs remplis d'étope, on y retrouvera les balles entourées d'une petite ceinture de cette matière; et son inclinaison variable relativement à l'axe du canon, marqué à l'avance sur les balles, prouve l'instabilité de l'axe de rotation. Quand on tire pendant la nuit avec les mortiers, la gerbe de feu projetée par la fusée montre parfaitement que la bombe tourne sur elle-même; et le tir exécuté à Metz en 1832 avec des obus allongés a fait voir que les projectiles ne frappent nullement le but par leur partie antérieure.

Le frottement de l'air fait décroître la vitesse de rotation, mais d'une manière insensible comparativement à la durée du trajet.

Il était naturel de croire que le frottement, combiné aux modifications de la densité de l'air qui entoure le projectile, devait lui occasionner des déviations : car le tir acquiert plus de justesse si, au moyen d'un sabot ou d'une tige, placée à l'arrière des balles de fusil, on les empêche de tourner sur elles-mêmes¹.

¹ Léonard de Vinci avait déjà constaté, en 1500, que les projectiles excen-

La loi de résistance des fluides élastiques aériformes étant inconnue, l'explication théorique des effets de la rotation est encore à venir; quoi qu'il en soit, les nombreuses expériences faites depuis plusieurs années, tant en Belgique que dans d'autres pays, ne laissent aucun doute sur l'influence du mouvement de rotation des projectiles, et il a été parfaitement constaté, aussi bien avec les bouches à feu longues qu'avec les courtes tirant à faible ou à forte charge, que les projectiles excentriques dévient constamment du côté où est placé le centre de gravité. En un mot, si le centre de gravité est à la droite du plan de tir, le projectile est porté vers la droite du but; il se dirige vers la gauche si dans la bouche à feu le centre de gravité est à gauche; enfin, la portée est augmentée ou diminuée, suivant que le centre de gravité est plus voisin de la paroi supérieure ou de la paroi inférieure de l'âme: dans ces deux derniers cas, la rotation donne naissance à une force qui se retranche ou s'ajoute à la pesanteur pour tendre ou pour courber davantage la trajectoire.

La vitesse de translation est ralentie par la vitesse de rotation du projectile: les plus fortes charges, auxquelles correspondent, toutes choses égales, les plus grandes vitesses de rotation, ne donnent donc pas nécessairement toujours les plus grandes portées; c'est pourquoi le tir en brèche doit s'exécuter à faible distance, afin que la forte charge employée pour communiquer une grande force de percussion au projectile produise tout son effet.

Si l'on place l'axe d'équilibre dans l'axe de la bouche à feu, les portées sont à peu près les mêmes, soit que le centre de gravité se trouve vers la charge ou vers la partie antérieure du projectile.

La vitesse du mouvement de rotation et par suite la force déviatrice croissant avec l'excentricité du projectile, les dévia-

triques dévient; Euler, au contraire, prétend que la rotation a pour effet de détruire la déviation résultant de la non-sphéricité.

tions latérales et les différences de portée doivent augmenter quand on augmente l'excentricité ou bien l'angle formé par l'axe d'équilibre du projectile et la direction de la force motrice. En outre, le tir est d'autant plus régulier que l'excentricité est plus grande.

Les chambres cylindriques occasionnent aux mortiers plus d'irrégularité dans la rotation : car l'axe de la bouche à feu est toujours plus ou moins au-dessous du centre de gravité du projectile.

L'excentricité des obus, plus considérable que celle des boulets, donne de plus grandes différences de portée, et leurs déviations latérales sont également plus considérables.

Les obusiers longs qui impriment à leurs projectiles une plus grande vitesse, tirent plus juste que les obusiers courts.

Pour débarrasser le tir des irrégularités résultant du mouvement de rotation des projectiles, deux moyens se présentent : le premier c'est d'y mettre obstacle en obligeant le projectile à sortir du canon sans mouvement de rotation, le second consiste à empêcher les effets nuisibles de la rotation.

Le chargement à balle forcée, avec rayures droites, oblige la balle à sortir sans mouvement de rotation ; mais les déformations du projectile, qui en résultent, lui ôtent toute justesse à certaines distances de l'arme ; il ne nous reste donc qu'à rechercher les moyens de régler la rotation de manière à annuler ses effets pernicioeux. Or, pour cela, il faut déterminer la rotation de la balle autour de l'élément de la trajectoire comme axe, afin de distribuer et d'équilibrer symétriquement autour de cet axe les forces déviatrices dues à la rotation. Les déviations les plus faibles correspondront alors au mouvement de rotation le plus rapide ; car on s'approchera davantage de la compensation, par suite de la symétrie des positions successives du centre d'action des forces perturbatrices.

Or, en introduisant la balle de force dans un canon *rayé en hélice*, les parties du métal qui se moulent dans les sillons

formés par les rayures astreignent la balle à suivre leur direction et à prendre, pour sortir, un mouvement de rotation plus ou moins rapide autour de l'axe du canon. A partir de ce moment, aucun obstacle ne s'oppose à ce qu'elle continue son parcours en tournant autour du même axe, qui s'incline à chaque instant pour se confondre avec l'élément de la trajectoire.

Ces considérations ont conduit à adopter un nouveau canon carabiné, qui, soumis à la sanction de l'expérience, a été reconnu posséder à toutes les distances une justesse de tir supérieure à celle des canons *lisses* : sur 120 coups tirés aux distances de 225, 300, 375 et 450 pas, l'écart moyen général des balles tirées avec un canon lisse a été de 1^m,14, alors qu'il atteignait à peine à 0^m,88 avec un canon rayé en hélices.

Les carabines rayées en hélices doivent à leur grande justesse la qualification d'armes *de précision*.

En 1793, les sous-officiers des troupes légères de l'armée française furent armés d'une *carabine* dite de *Versailles*, dont le canon était rayé de sept hélices d'un pas égal à sa longueur. La cavalerie avait aussi reçu une carabine analogue. Mais bientôt on abandonna ces armes à cause du temps considérable qu'exigeait leur chargement et de la balle spéciale (vingt-huit à la livre) qu'elles employaient. Plus tard, en France, on revint aux carabines, et aujourd'hui leur emploi tend à se généraliser de plus en plus dans toutes les armées. Nous croyons donc utile de les étudier en particulier.

Les carabines reparurent dans les armes françaises, en 1831, sous le nom de *fusils de rempart*, dont nous dirons quelques mots plus loin.

La balle des carabines rayées en hélices est bien déformée, comme celle des armes à rayures droites, mais l'allongement du projectile, par suite du chargement et du tir, fait qu'elle tourne autour de son axe du plus petit moment d'inertie; et que, loin de lui être défavorable, sa déformation contribue ainsi à lui conserver son mouvement initial de rotation. On

sait, en effet, que si une force extérieure tend à changer l'axe autour duquel s'exécute la rotation d'un corps, il tend de lui-même à y revenir si cet axe est celui du plus grand ou du plus petit moment d'inertie. Ce mouvement de rotation ou *giratoire* peut même servir à assurer la direction des projectiles déformés à leur partie antérieure. L'expérience prouve, en effet, que la balle frappe toujours par sa partie antérieure. On reconnaît aisément la régularité du mouvement de rotation des balles de carabine par la trace de l'entaille sur des écrans de papier, placés verticalement de distance en distance, et dans la direction du tir, d'une balle à laquelle on a fait latéralement une coche.

Le mouvement de rotation ayant son maximum de stabilité quand il s'exécute autour de l'axe du plus grand moment d'inertie, les balles jouiront de la plus grande justesse de tir si le plus petit diamètre du projectile sert d'axe de rotation.

La vitesse du mouvement de rotation de la balle dépend de l'inclinaison des hélices sur l'axe du canon et de sa vitesse initiale, car le nombre de révolutions en une seconde est égal à la vitesse initiale divisée par la longueur du pas de l'hélice.

L'inclinaison des hélices doit donc varier en sens inverse de la vitesse ou de la charge de poudre; si l'inclinaison des hélices était considérable et la charge trop forte, la balle ne suivrait pas le contour des rayures, se découperait sur leurs saillies, sortirait du canon sensiblement déformée et sans mouvement de rotation; d'autre part, si les hélices ne sont pas assez inclinées, la rotation n'aura pas une intensité suffisante pour s'opposer aux déviations, et l'on retombera à peu près dans les inconvénients des rayures droites.

En admettant que l'axe de rotation s'écarte de l'élément de la trajectoire, la déviation produite sera d'autant plus grande que la balle se mouvra avec plus de rapidité; en sorte que, pour diminuer les chances de déviation, une diminution dans l'inclinaison des hélices doit correspondre à une augmentation de la charge.

L'expérience prouve que les charges les plus faibles donnent la plus grande justesse de tir; la charge de 4 grammes est la plus faible qu'on puisse employer avec les carabines pour donner à la balle une vitesse suffisante.

La charge, destinée à vaincre les résistances et à donner à la balle une certaine vitesse, dépend de la profondeur et de la largeur des rayures. Elle ne peut cependant croître indéfiniment avec leur profondeur : bientôt les parties de la balle engagées dans les rayures ne pourraient plus suivre la masse dans son mouvement de rotation et en seraient arrachées.

Une trop forte charge peut faire éclater le canon par la plus grande résistance de la balle dans les premiers instants et par la plus complète combustion de la charge qui en résulte; pour le même motif, avec les carabines on peut employer des poudres lentes. Il suffit de graisser un peu le canon pour diminuer le frottement et obtenir un tir plus rasant, comme si l'on avait augmenté la charge.

L'expérience semble indiquer que la justesse augmente jusqu'à un certain point quand l'inclinaison des hélices diminue; pour les charges de 5 à 6 grammes, l'inclinaison la plus favorable des hélices correspond à un pas égal à 5 fois la longueur du canon. Cette inclinaison est assez faible pour permettre à une charge réduite de communiquer à la balle une vitesse convenable, et suffit pour lui assurer de la justesse.

La longueur du canon se déduit de la charge de poudre, dont la combustion doit être achevée au moment du départ de la balle; c'est pourquoi la faible charge, obligée, de la carabine nécessite le raccourcissement du canon à la longueur de 0^m,75 environ; tout excédant de longueur augmenterait le frottement de la balle et diminuerait sa portée.

Le frottement ne détruira pas les cannelures de la balle, si le raccourcissement du canon est proportionné à l'inclinaison des hélices.

Pour faciliter l'introduction de la balle, le nombre des hélices doit augmenter avec le calibre; mais, sous le rapport de la justesse, il est bien reconnu qu'elle croît en raison inverse du nombre des rayures : quatre ou six rayures paraissent convenables. Les Anglais ont fait des carabines à deux rayures, dont la balle porte, suivant un de ses grands cercles, un anneau en saillie qui s'engage dans les rayures : le tir de ces *balles* dites à *ceinture* est assez exact à petites distances.

Si les rayures rondes ont de la supériorité sous le rapport de la justesse, c'est sans doute parce qu'elles ne laissent pas de traces anguleuses sur la balle.

Les rayures peu profondes sont bientôt remplies de crasse; trop de profondeur retarderait le mouvement de translation de la balle et affaiblirait beaucoup le canon. Une profondeur de 0^m,3 suffit aux carabines chargées par la bouche, le *calepin* graissé nettoyant les rayures.

La largeur des rayures doit laisser sur le pourtour de l'âme moins de vide que de plein; car, pour faciliter l'introduction de la balle, il doit y avoir peu de vide : un seizième du développement de la surface intérieure du canon donne aux rayures une bonne largeur.

Sans avoir beaucoup d'influence sur la justesse du tir, la grande épaisseur du canon des carabines est plutôt destinée à atténuer le recul en donnant à l'arme un poids suffisant; un canon de faible épaisseur serait d'ailleurs déformé par le moindre choc accidentel, qui priverait la carabine de ses propriétés d'arme de précision.

La carabine présente un avantage important sur le fusil, sous le rapport de l'économie des munitions résultant de la suppression du vent. La diminution de la charge était obligatoire, car le recul eût été trop intense, et il eût fallu augmenter l'épaisseur des parois du canon, pour le mettre en état de résister à l'action des gaz, dont la tension est plus grande à

cause du difficile déplacement de la balle dans les premiers instants.

Aux grandes distances et sur un but de faible étendue, le tir de la carabine présente un avantage marqué sur celui du fusil : à 200 pas, la carabine tire deux fois plus juste sur un homme isolé.

Par contre, la supériorité du tir des carabines est en partie compensée par les inconvénients de cette arme. Ainsi les carabines ont moins de portée : car la charge est moindre, et le frottement considérable de la balle contre les parois de l'âme affaiblit sa vitesse ; le tir de la carabine est donc moins rasant, et l'espace dangereux plus petit ; par suite elle exige, pour jouir de la même probabilité, une plus exacte appréciation de l'éloignement du but : pour atteindre à 225 pas avec un canon lisse, il faut pointer sous un angle de tir de $18^{\circ} \frac{1}{4}$; avec la carabine, l'angle s'élève à $30^{\circ} \frac{1}{4}$; et au delà de cette distance, les différences des angles de tir des deux armes sont encore plus grandes. Le recul de la carabine est aussi plus intense, malgré la diminution de la charge ; la longueur très-limitée du canon prive en partie la carabine de ses propriétés d'arme d'hast ; et quand l'arme est encrassée, son chargement devient très-pénible, malgré l'emploi du calepin et du maillet.

La grande longueur de 1^m,30 donnée au canon de l'ancienne carabine de rempart française, modèle 1831, dans le but d'augmenter sa justesse de tir, sa portée et la force de pénétration de sa balle, empêchait son chargement par la bouche. On avait pensé obvier à cette difficulté en chargeant l'arme par la culasse. Dans ce système, à percussion, on pouvait, à l'aide d'un *coussinet* avec *levier à ressort*, reculer le *tonnerre mobile* pour le relever ensuite autour de ses *tourillons* reçus dans la *pièce de culasse*, sur laquelle était brasée la partie inférieure de l'extrémité du canon, afin d'y introduire la charge par la partie antérieure du tonnerre ; mais cette arme manquait de justesse, car les rayures ayant leur origine en avant de la balle,

celle-ci, animée d'une grande vitesse, les rencontrait et se découpait sans acquérir tout le mouvement de rotation qu'auraient dû lui communiquer les hélices. Cet inconvénient, indépendamment du crachement par le tonnerre, l'a fait abandonner. Sa balle, de 8 au demi-kilogramme et d'un diamètre de 20^{mm}, traversait cependant, à 300 mètres, les gabions, les saucissons, et les sacs à terre. L'arme était d'une construction peu coûteuse, d'un entretien simple, facile; elle pouvait être manœuvrée par un seul homme : il suffisait pour cela de planter, dans la banquette ou dans les terres du parapet, un piquet d'un centimètre d'équarrissage et creusé pour recevoir le *pivot à charnière* de l'arme, qui employait des charges de 8 à 10 grammes, avait douze rayures en hélice d'un pas égal à la longueur du canon, et dont l'inclinaison allait en augmentant du tonnerre à la bouche.

La nouvelle carabine de rempart, adoptée en France en 1840, se charge par la bouche; elle porte 6 rayures d'un pas de 8^{mm},12, a un canon de 0^m,85 de longueur; sa charge est de 6^{gr},25, et son poids total s'élève à 5^k,20.

Malgré la moindre vitesse du projectile, le vent n'a pas autant d'action sur la balle de la carabine que sur celle du fusil : à 300 pas, l'écart dû au vent est inférieur de 0^m,41 à la déviation de la balle du fusil. Cette différence tient au mouvement de rotation de la première.

L'usure détruit graduellement les rayures, et, au bout d'un certain temps de service, la carabine n'a pas plus de justesse que le fusil.

En résumé, la carabine sera d'un emploi bien supérieur au fusil quand il s'agira d'atteindre un objet de faible étendue ou isolé comme l'est un tirailleur; mais quand le but sera rapproché et offrira une assez grande surface aux coups, comme des masses de troupes à bonne distance, le fusil pourra avoir une plus grande efficacité, car il compensera par une plus rapide exécution la moindre justesse de son tir, et ses balles,

animées d'une plus grande vitesse, feront des blessures plus dangereuses.

La carabine, dont la baguette ploierait sous les coups du maillet, excluant les canons longs, ne peut être admise pour l'armement des troupes de ligne; et dans toutes les circonstances où la rapidité du tir joue un rôle important, la carabine ne peut remplacer le fusil, dont le chargement absorbe quatre fois moins de temps.

Par son chargement à balle aplatie, M. Delvigne a débarrassé la carabine de l'emploi du maillet et abrégé de beaucoup le temps nécessaire à l'exécution de la charge. Il termine le canon au fond de l'âme en une *chambre* dans laquelle la poudre s'introduit par la bouche; la balle, d'un calibre plus faible que celui du canon, repose par sa partie postérieure sur le *raccordement* de la chambre, et quelques coups de baguette suffisent pour augmenter son diamètre perpendiculairement à l'axe du canon, de manière à imprimer la balle dans les rayures : le projectile se trouve donc forcé, sans avoir exigé pour son introduction plus de temps que dans le fusil. Les rayures ne peuvent être trop profondes, sans cela la balle ne pénètre pas jusqu'au fond, et le vide entre le projectile et la paroi donne issue à une partie des gaz de la poudre. Aplatie dans le sens de l'axe, la balle sort en tournant autour de son plus petit diamètre et sa rotation a son maximum de stabilité.

Les principaux inconvénients de ce système sont, à part la difficile fabrication du canon, le manque de soutien de la balle pour la forcer suffisamment; le projectile se moule sur la chambre, et sa partie postérieure est déformée : il perd donc de sa justesse, et, concassant la poudre contenue dans la chambre, il fait varier à chaque coup la vitesse initiale; aussi la variation de portée augmentait quand, après quelques coups, l'enrochement de la chambre ne lui permettait plus de renfermer toute la charge.

Pour remédier à ce défaut, M. le colonel Poncharra appuie

la balle sur un petit *sabot* de bois , avec évidemment hémisphérique pour la recevoir ; le sabot repose par sa partie inférieure sur le rebord de la chambre, donne à la balle un appui qui permet de la forcer plus complètement, et empêche sa déformation. Par cette modification la justesse de la carabine est doublée; mais le calepin destiné à nettoyer l'âme pousse, pendant le chargement, les crasses vers la chambre et contribue à hâter son enrochement.

Depuis quelques années, on a donné une carabine de ce système au premier régiment de chasseurs de notre armée. Sacrifiant la plus grande justesse, que l'expérience semble accorder au canon court pour le tir des balles aplaties, à la nécessité de conserver à l'arme une partie de ses propriétés d'arme d'hast, on a fixé la longueur du canon à 0^m,92 : c'est la plus petite longueur possible, pour ne pas empêcher le soldat de se servir utilement de sa baïonnette-sabre; on a bruni le canon pour lui ôter son éclat et dérober à la vue de l'ennemi les chasseurs embusqués.

Le canon a un calibre de 16^{mm},9; il porte six rayures en hélices d'un pas de 6 mètres et d'une profondeur de 0^{mm},58 : le diamètre de la balle étant de 16^{mm},5, le vent est donc réduit à 0^{mm},4. L'expérience donne cependant la préférence à un vent de 0^{mm},2, sous le rapport de la justesse de tir : si on ne l'a pas adopté, c'est pour pouvoir tirer un plus grand nombre de coups sans être obligé de nettoyer l'arme, dont les rayures s'encrassent rapidement. Un *guidon* d'acier est fixé sur le canon, dont le tonnerre est détaché : la *loupe* fait partie de la *culasse-tonnerre*; sa position est un peu plus latérale et oblige de couder le canal de lumière; la culasse renferme la *chambre* cylindrique, d'une contenance de 4 1/2 grammes de poudre et d'un diamètre plus petit de 2^{mm},4 que le calibre de l'âme ; le *ressaut* formé par la chambre donne appui au sabot de la balle. La culasse-tonnerre se termine, comme au fusil nouveau modèle, par un *crochet à bascule* reçu dans une *fausse culasse*.

Près du tonnerre, le canon est entaillé pour recevoir la *hausse* en crémaillère qui porte quatre divisions à charnière correspondantes aux distances de 150, 250, 350 et 450 pas ¹. Trois *tenons*, brasés à la partie inférieure du canon, reçoivent les tiroirs destinés à le fixer sur la monture : les tiroirs remplacent les boucles et ne gênent pas, comme celles-ci, la visée, mais ils sont moins solides. Entre le premier et le second tenon, il s'en trouve un quatrième, arrondi, destiné à fixer le battant de bretelle. Les garnitures sont de cuivre jaune.

La même platine est consacrée à la carabine et au fusil nouveau modèle : pendant la tête du marteau est moins déviée, la cheminée étant plus sur le côté. La crosse porte une *boîte à couvercle* de cuivre, qui se ferme par un *ressort* et dans laquelle on place le nécessaire d'arme.

La baguette destinée à aplatir la balle est très-forte; sa *tête* cylindrique et fraisée est entourée d'une *ceinture* de laiton, pour épargner les rayures; la tête est, en outre, percée d'un *trou* transversal, dans lequel on introduit une broche pour faciliter l'emploi du tire-bourre. Des *viroles porte-baguette* de cuivre jaune maintiennent la baguette dans son canal; un *bout de fût* de laiton remplace l'embouchoir.

La charge est de 4 grammes : le vide laissé à la partie supérieure de la chambre se remplissant quand elle est enrochée, la poudre ne peut jamais déborder. Si avec cette charge réduite on avait adopté la poudre ordinaire d'infanterie, la vitesse de la balle eût été trop faible et l'encrassement de l'arme trop prompt; c'est pourquoi on emploie avec les carabines une poudre fine, d'environ 200 grains par centigramme, qui, occu-

¹ De nombreuses expériences ont constaté que le tirailleur fait des pas de 0^m,75; c'est pourquoi, par ordonnance ministérielle de 1844, l'estimation des distances pour le tir des carabines s'évalue en pas de trois quarts de mètre, comme dans l'artillerie.

N. B. Les distances exprimées en pas à l'occasion du tir des autres armes portatives indiquent toujours des pas de deux tiers de mètre (0^m,65).

pant un plus petit espace, occasionne moins de perte de calorique et produit de plus grands effets. La poudre fine contient, en outre, moins de poussier et brûle plus régulièrement.

Les cartouches sont munies d'un petit *sabot* de bois blanc, sur lequel on a collé un *calepin* graissé; on place la balle dans le logement du sabot : elle y est maintenue par une ligature; au-dessus vient la poudre, également retenue par une ligature. Il va de soi qu'après avoir déchiré la cartouche et versé la poudre dans le canon, on doit retourner la cartouche pour introduire la balle du côté du sabot.

On doit entretenir cette carabine avec beaucoup de soin, si l'on veut qu'en campagne elle soit d'un meilleur usage que le fusil; la vitesse de sa balle est d'un sixième plus petite que celle du fusil. L'usure du canon augmente le vent, et au bout d'un certain temps de service, la baguette n'aplatit plus assez la balle, qui sort alors avec un mouvement de rotation irrégulier et perd de sa justesse. Sans baïonnette, la carabine pèse 4^h,60 : c'est, à peu de chose près, autant que le fusil armé de sa baïonnette, et environ un kilogramme de moins que la carabine des tirailleurs français (modèle 1840). Le chargement de cette arme s'exécute presque aussi rapidement que celui du fusil. En visant, il faut avoir soin, comme avec le fusil sans baïonnette, de diriger toujours le rayon visuel par le pied du guidon.

Pour tirer aux distances de 150, 250, 350 et 450 pas, on vise de but en blanc, par le cran correspondant de la hausse; le tir aux distances intermédiaires s'exécute en observant les prescriptions suivantes : jusqu'à 150 pas on emploie la première division de la hausse, en proportionnant à son rapprochement l'abaissement de la ligne de mire au-dessous du but; de 150 à 250 pas, c'est encore de la même division ou de la seconde qu'il faut faire usage, visant, dans le premier cas, vers la partie supérieure du but, et vers le pied dans le second. On exécute le tir aux autres distances en employant de la même manière les divisions suivantes de la hausse : au delà

de 450 pas, la trajectoire devenant très-courbe, le tir n'a plus de certitude; et à 350 pas, on ne peut employer la carabine que pour atteindre un but de grande étendue : telles sont les masses de troupes.

La carabine expérimentée en France par M. le colonel Thierry, et désignée sous le nom de *modèle de 1842*, a eu pour but de remédier à l'inconvénient du poids considérable des carabines Poncharra; elle est à quatre rayures d'un septième de tour sur la longueur du canon, réduite à 0^m,85; une *baïonnette-sabre*, d'une forme approchant de celle des yatagans, y est adaptée par une des *branches de la croisière*, servant de douille à ressort. Le peu de longueur du canon empêche la formation sur trois rangs, et l'augmentation de la charge portée à 6^{gr},25, jointe à l'allègement de l'arme, produit un recul considérable. La platine de cette carabine présente une particularité: sa noix ne porte pas de cran de repos, qui est remplacé par un cran de *soutien*, destiné à empêcher la compression de la cheminée quand le chien est abattu. Le tir de la carabine 1842 est d'une justesse très-satisfaisante, mais sa portée est encore trop limitée. Comme toutes les armes à balles aplaties, après un certain temps de service l'usure du canon lui fait perdre ses propriétés d'arme de précision. Cette carabine servait en France à l'armement des chasseurs à pied.

Les canons à chambre sont d'une difficile fabrication, et l'emploi obligé d'une cartouche spéciale exige pour sa confection des hommes plus exercés, présente des difficultés de transport et expose à des méprises sur le champ de bataille.

En définitive, dans toutes les armes nouvelles que nous venons d'étudier, la portée et la justesse du tir semblent s'exclure mutuellement; la *carabine à tige* d'invention récente possède ces deux qualités, et n'exige ni canon de difficile fabrication, ni cartouche spéciale.

Cette carabine devant remplacer celle du 1^{er} régiment de chasseurs, nous donnerons sa description.

Le canon de la carabine à tige, semblable à celui du fusil nouveau modèle, porte quatre rayures en hélice d'un pas de 2^m, d'une largeur de 6^m,8 au tonnerre, et de 6^m à la bouche; leur profondeur, invariable d'un bout à l'autre, est de 0^m,3. Afin d'augmenter le forçement de la balle, on a donné au canon un calibre de 17^m,5 à la bouche, plus faible de 0^m,17 que celui du tonnerre. Au fond de l'âme on a placé, suivant l'axe du canon, une tige longue de 29^m et de 9^m de diamètre: le vide compris entre la tige et la paroi de l'âme forme une espèce de chambre, et reçoit la charge de quatre grammes de poudre.

Pour le chargement, en laissant couler la balle dans le canon, elle se pose sur la tige, et deux coups de baguette suffisent pour la forcer dans les rayures.

Un espace vide de 4^m, entre la balle et la poudre, empêche celle-ci de déborder quand la chambre est enrochée: un vide plus considérable augmenterait le recul, sans donner une plus grande vitesse à la balle. Le recul de cette carabine est très-faible: il équivaut au tiers environ de celui du fusil; la carabine ne pèse pourtant pas cent fois sa balle, tandis que le poids du fusil équivaut à environ 170 projectiles.

L'extrémité du canon porte latéralement et à droite une saillie qu'on engage dans la rainure pratiquée au manche d'une *baïonnette-sabre*, analogue à celle de la carabine Thierry, pour l'assujettir à l'aide d'un ressort à l'extrémité du canon. La baïonnette est droite, a 0^m,60 de longueur, et les plats de sa lame sont évidés d'un pan creux; son biseau a 0^m,18 de largeur et un large dos lui donne une grande rigidité; une ouverture circulaire, au côté gauche de la *croisière* de laiton du manche, reçoit l'extrémité du canon; il est peu probable que ce mode de réunion de la baïonnette au canon, à l'aide d'un ressort, donne de bons résultats, et peut-être devra-t-on, au bout de quelque temps, revenir à la douille ordinaire.

La *hausse* n'est plus en crémaillère; elle consiste en une

plaque de métal percée au milieu d'une ouverture perpendiculaire au canon, dans laquelle se meut, à frottement, une *visière à fenêtre* triangulaire. Pour faire usage de la carabine, on glisse la visière à hauteur de la division correspondante à la distance du but; à cet effet, la hausse porte 9 divisions indiquées par des traits et les chiffres 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 inscrits sur le côté gauche de la hausse : ces divisions correspondent aux distances de 400 à 1200 pas.

Le tir à 300 pas s'exécute en visant par le cran pratiqué dans le pied de la hausse, après l'avoir abattue autour de sa charnière; l'angle de mire correspond alors à 0°,58 d'ouverture; on tire à 150 et à 50 pas, en visant de 0°,50 ou 0°,75 au-dessous du point à battre.

Toutes les garnitures de cette arme sont de fer, la boîte à calepin est supprimée, la plaque de couche en cul-de-poule est plus cintrée et se termine par un *talon*.

La tête de la baguette est creusée en ogive et ne porte pas de ceinture de laiton. Enfin, on a conservé au canon le brillant du métal.

A ces différences près, les dimensions et le poids de la nouvelle carabine diffèrent peu de ceux de l'ancienne.

La carabine à tige a une immense supériorité, tant sous le rapport de la portée que de la justesse, sur toutes les autres armes de précision. Cette grande portée est due principalement, comme nous le verrons bientôt, à la forme *cylindro-ogivale* qu'affecte sa balle, à son poids de 49 grammes, et à la rapidité de son mouvement de rotation.

La forme particulière de la balle obligeait nécessairement de fraiser la tête de la baguette pour ne pas déformer le projectile.

En sortant de l'âme, la balle n'a qu'une vitesse initiale de 307 mètres, et cependant elle est encore meurtrière à 1200 pas de distance, tirée sous un angle de 5°,47', c'est-à-dire avec 0°,066 de hausse.

Il est assez remarquable que les hélices, d'une courbure très-

prononcée dans les premières carabines, ont été successivement allongées, pour se rapprocher enfin, dans la carabine à tige, de leur inclinaison primitive.

La trajectoire des balles de la carabine à tige est très-rasante; une erreur dans l'estimation de la distance du but a par conséquent peu d'influence, l'espace dangereux étant fort grand.

Le chargement de la nouvelle carabine est un peu plus long que celui du fusil; la chambre formée par la tige s'enroche facilement, ne se nettoie qu'avec difficulté, et l'on a beaucoup de peine à faire usage du tire-bourre. Voilà des inconvénients que l'on parviendra probablement à faire disparaître.

Selon toute probabilité, nous adopterons prochainement une carabine à tige pour remplacer les anciens fusils de rempart.

Dans les bouches à feu, on ne peut songer à annuler la rotation du projectile, attendu qu'on doit forcément conserver le vent.

Des essais analogues au carabinage des canons de fusil ont été tentés, sans donner, que nous sachions, jusqu'à présent des résultats satisfaisants.

Les expériences sur l'action de l'excentricité des projectiles n'ont pas été stériles; elles peuvent servir, comme nous allons le voir, à donner de la justesse au tir des gros projectiles de l'artillerie.

L'influence du placement du centre de gravité du projectile sur l'inclinaison du premier battement modifie son angle de départ. Par suite, en disposant toujours de la même manière le centre de gravité dans la bouche à feu, on aura, toutes choses égales, le même angle de départ et plus de régularité dans les effets du tir.

Ainsi, pour obtenir une grande régularité dans les portées, on placera en bas le centre de gravité du projectile; la force de rotation produite par l'excentricité et par le frottement du pro-

jectile sur la paroi inférieure de l'âme, s'ajoutant alors à la vitesse du mouvement de rotation, l'augmentera, et les déviations latérales diminueront.

Quand il s'agit d'atteindre un objet placé verticalement, une trajectoire très-rasante est plus efficace, car non-seulement son espace dangereux est plus étendu, mais une erreur dans l'estimation de la distance a moins d'influence; dans ce cas, on placera donc, de préférence, le centre de gravité en haut. Si le but est manqué par le tir direct, on a la chance de le toucher dans la partie ascendante de la trajectoire du relèvement.

On avait proposé de couler des bombes à excentricité constante pour régulariser le tir des mortiers; mais l'expérience a prouvé que la complication apportée au chargement, par cette modification, ne produit pas une amélioration assez sensible dans la justesse du tir pour l'adopter définitivement.

Aux obusiers courts de 15 et de 20, en plaçant le centre de gravité au-dessus, on obtient un avantage incontestable, tant sous le rapport de la justesse du tir que de la roideur de la trajectoire; et, dans le tir de l'obusier long de 15, la même position du centre de gravité procure un espace dangereux six fois plus étendu que s'il était placé au-dessous dans la bouche à feu. A la distance de 600 pas, cette dernière position du centre de gravité raccourcit de 100 pas la portée ordinaire des obus non équilibrés.

Il est cependant bon de ne pas exagérer l'importance de l'équilibrage, car le placement du centre de gravité au-dessus ou au-dessous introduit dans le service de la bouche à feu une complication rarement compensée par une amélioration notable de la justesse du tir. Toutefois, quand on tire à des distances de plus de 1000 pas, la lenteur de l'exécution de la bouche à feu permet de tenir compte des observations précitées, et de régulariser le tir en suivant les précautions nécessitées par l'équilibrage.

Dans tous les cas, il faut avoir soin de disposer la fusée du

projectile creux dans le plan vertical passant par l'axe de la pièce.

Quand on tire avec des bouches à feu courtes, on peut facilement placer à la main le centre de gravité du projectile dans une position déterminée; mais il en est tout autrement avec des bouches à feu plus longues que le bras.

Divers moyens, plus ou moins compliqués, ont été proposés pour écarter cette difficulté. M. le capitaine Splingard, de notre artillerie, a parfaitement résolu la question par l'invention de son sabot de papier, définitivement adopté pour l'ensabotage de tous les projectiles de l'artillerie.

Ce sabot est formé d'un rouleau de papier bien serré.

On place le projectile dans son logement du sabot, et un valet, également de papier, l'enveloppe suivant une zone de son hémisphère antérieur. L'ensabotage se fait à l'aide de deux *bandelettes* de coton : l'une, collée sur le sabot et le projectile, est engagée sous le valet et forme une ganse à la partie antérieure, pour faciliter l'enlèvement du projectile de sa case dans le coffret qui le renferme; la seconde bandelette, qui se croise à angle droit avec la première sur le dessous du sabot, est collée sur la paroi latérale, passe ensuite sous le valet pour être repliée et collée sur elle-même. Celle-ci est particulièrement destinée à retenir le valet.

Aux sabots pour obus de 15, deux cordons en laine de 0^m,01 de largeur, l'un de 0^m,33 de longueur, l'autre de 0^m,10 plié en ganse, sont cousus à la bandelette à ganse : ces cordons tiennent lieu du crochet placé à la base du sabot de bois, décrit page 206, et se nouent sur le sachet au moment de la charge; le sabot pour les munitions du canon de 6 porte une rainure pour recevoir la ligature qui l'assujettit dans le sachet.

Plusieurs considérations importantes doivent faire préférer le sabot de papier aux sabots de bois employés jusqu'à ce jour : ainsi, désormais l'usage du sabot n'est plus restreint au

tir en campagne, car le sabot et le valet sortent de la bouche à feu dans un état complet de division et ne peuvent plus nuire aux travailleurs placés dans la direction du tir des bouches à feu de siège; les sabots de papier pèsent moins que les sabots de bois; leur calibre n'augmente pas autant par l'effet de l'humidité, qu'ils absorbent cependant en plus grande quantité; ils résistent beaucoup mieux au transport, et avec les valets, ils maintiennent le centre de gravité dans une position invariable.

Le sabot de papier remplit très-bien son but; car il assure le placement du centre de gravité du projectile dans la position voulue, en disposant son axe d'équilibre exactement dans l'axe de la bouche à feu. L'expérience constatera probablement la supériorité de ces sabots sous le rapport de la conservation des pièces; ils retarderont davantage la formation du logement et diminueront les refoulements du métal. Le sabot est d'un emploi très-avantageux pour le tir des projectiles creux avec les bouches à feu longues : il les soustrait aux battements dans l'âme et empêche leur rupture.

Tous nos projectiles sont ensabotés de manière à disposer leur centre de gravité suivant l'axe du sabot et vers la charge, afin de placer toujours autant que possible le projectile dans les mêmes conditions.

c. La résistance de l'air.

Selon toute probabilité, la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse du projectile : cette loi n'est qu'une approximation de la loi véritable de la résistance, et s'approche d'autant plus de la vérité que la vitesse du mobile est plus grande.

En comparant entre elles les vitesses des boulets de 12 et de 6 à différentes distances de la bouche à feu, on peut s'assurer que les pertes de vitesse qu'ils éprouvent, par suite de la résistance de l'air, augmentent rapidement avec leur vitesse de translation : ils quittent, en effet, leur bouche à feu avec une vitesse d'environ 500 mètres; à 500 mètres de distance,

le premier ne possède plus qu'une vitesse de 278 mètres, et le second de 245 ; à 1000 mètres, ces vitesses sont respectivement réduites à 171 et 135 mètres : les nombres 278 et 171 mètres diffèrent entre eux de 107 mètres, tandis que 500 mètres surpassent 278 de 222.

La vitesse du boulet de 6, aux différentes distances de la bouche à feu, est inférieure aux vitesses correspondantes du boulet de 12 : les gros projectiles perdent donc moins que les petits par la résistance de l'air.

M. Poisson démontre que, dans le cas d'une très-petite vitesse, la résistance de l'air lui est simplement proportionnelle. En partant de cette loi, on établit que, pour les projectiles sphériques et homogènes, la résistance de l'air est, en outre, proportionnelle à la densité du milieu et en raison inverse de la densité et du rayon du projectile. D'après l'expérience, une balle de fusil animée d'une vitesse de 400 mètres est déformée par son choc contre l'air.

Nous venons de voir que la résistance de l'air, combinée avec le mouvement de rotation des projectiles, produit des déviations ; une déformation du projectile ou une non-coïncidence de ses centres de gravité et de figure, occasionnent également une perturbation dans l'uniformité de son mouvement : car alors la résistance de l'air, qui résulte du mouvement de translation du projectile, concentrée au centre de figure de la masse, n'est pas directement opposée à la force impulsive appliquée en son centre de gravité. C'est pourquoi si l'axe de rotation des balles de carabine n'était pas un axe d'inertie, il changerait à chaque instant, et la déformation de la balle causerait des déviations considérables. La déviation provenant de la non-coïncidence des points d'application de la résistance de l'air et de la force impulsive, peut agir dans le même sens ou dans une direction opposée à la déviation produite par la rotation : dans le premier cas, les effets s'ajoutent ; ils se retranchent dans le second.

Quand, en vertu de l'excentricité ou de toute autre cause, le mouvement de translation du projectile s'opère à droite ou à gauche du plan de tir, la résistance de l'air peut modifier la forme de la trajectoire. En effet, l'hémisphère de droite ou de gauche du projectile comprimant plus fortement les molécules d'air que l'autre hémisphère, la réaction de l'air pousse toute la masse du côté opposé. Ainsi, par suite de la rotation, le projectile pourra d'abord, alors que la vitesse de translation est à son maximum, dévier dans une certaine direction pour passer ensuite de l'autre côté du plan de tir et s'en rapprocher de nouveau après un certain temps. Telle est l'explication du mouvement parfois capricieux des projectiles, que l'on voit, au commencement de la trajectoire, s'écarter du plan de tir, s'en rapprocher bientôt, le couper et s'éloigner de nouveau de l'autre côté. Souvent un projectile coupe plusieurs fois le plan de tir avant d'arriver à la limite de son trajet : les expériences de La Fère, en 1771, l'ont prouvé d'une manière irrécusable. Il est très-possible que, comme le dit Lombard, cette déviation multiple tient, en partie, à un changement d'axe de rotation du projectile.

Comme les déviations des projectiles proviennent surtout de la résistance de l'air, on s'explique que les gros projectiles aient le plus de justesse de tir.

L'expérience enseigne que les déviations croissent en général plus rapidement que les portées; aux canons, les variations de portées sont plus grandes que les déviations latérales, et il en est de même jusqu'à la distance de 800 pas avec les mortiers; au delà, c'est le contraire pour ces dernières bouches à feu. A la distance de 400 pas, la déviation latérale des boulets de plein fouet est, moyennement, un peu inférieure à un pas; à 600 pas, elle est un peu plus grande qu'un pas; et, à 1600 ou 1800 pas, elle atteint souvent 12 pas. Dans le tir à forte charge, les obus dévient deux ou trois fois autant que les boulets; à faible charge, leurs déviations sont beaucoup plus consi-

dérables. A 1800 pas, les boulets roulants s'écartent latéralement à 20 pas et quelquefois à 200 pas du plan de tir.

Pour soustraire la balle des armes portatives à l'action de la force déviatrice produite par la résistance de l'air combinée avec le mouvement de rotation qui anime tous les projectiles pendant le parcours de leur trajectoire, nous avons communiqué aux balles, par le moyen des rayures, un mouvement rapide de rotation tel qu'à chaque instant la résistance de l'air change de point d'application et se compense d'elle-même. Et, relativement aux projectiles de l'artillerie, nous avons vu que si, par le placement du centre de gravité dans une position particulière, on détermine la rotation dans un certain sens, leurs déviations se régularisent. Il nous reste actuellement à combattre la résistance directe du milieu dans lequel se meut le projectile.

A cet effet, recherchons les moyens de faciliter l'écoulement du fluide, de diminuer les pertes de force vive et d'aider à l'échappement des molécules d'air vers la partie postérieure du mobile. Il s'agit donc de déterminer : d'abord la forme la plus convenable à donner à la face antérieure du projectile par laquelle il choque l'air, ensuite son mode de raccordement avec les parties latérales, enfin sa longueur et la forme de sa face postérieure : tous ces éléments influent sur la résistance de l'air.

La forme de la trajectoire a également de l'influence, et l'angle de tir qui convient à une forme de projectile nuit à une autre. Néanmoins la balle aplatie, dont la rotation s'exécute autour de l'axe du maximum de stabilité, a plus de justesse sous tous les angles de tir.

En général, plus la trajectoire est rasante, plus l'axe de rotation est près d'être horizontal et moins il y a de déviation. L'expérience prouve, en effet, que les faibles charges donnent les plus grandes déviations : les boulets de 24, tirés à ricochet avec des charges de $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{12}$, qui possèdent une vitesse initiale de 139 à 188 mètres, dévient beaucoup plus que dans

le tir parallèle ou dans le tir en brèche avec les charges du tiers ou de moitié, qui donnent une vitesse de 520 à 548 mètres.

La résistance de l'air dépendant de la forme des surfaces, si l'on donne à la partie antérieure du projectile celle du solide de moindre résistance, on diminuera l'influence du milieu dans lequel il se meut.

Les petits projectiles, que l'on tire habituellement sous des angles peu ouverts, peuvent être plus ou moins allongés si on leur communique un mouvement capable de maintenir leur surface antérieure en avant, et si la forme de cette surface est favorable à sa pénétration dans l'air. Ainsi, comme une balle de forme allongée, tournant autour de l'axe du plus petit moment d'inertie et tirée sous de faibles angles, possède déjà une grande justesse, il est probable qu'en donnant à sa partie antérieure la forme du solide de moindre résistance, on atteindra avec la même vitesse initiale à une plus grande distance, et l'on aura alors réuni la justesse et la portée.

La forme conique satisfait théoriquement à la condition de moindre résistance; mais Borda et Hutton ont reconnu expérimentalement que la forme *ogivale* est plus favorable, sans doute parce que le dernier élément courbe de cette surface, étant parallèle à l'axe, n'imprime plus de vitesse excentrique aux molécules d'air et facilite leur écoulement en arrière du projectile. C'est en faisant mouvoir circulairement dans l'eau et dans l'air des corps pleins de diverses formes, que ces deux savants arrivèrent à cette conclusion.

L'expérience seule pouvait également enseigner les dimensions convenables, pour diminuer la résistance de l'air contre un corps en mouvement. Elle apprend que le mobile doit avoir une longueur égale à cinq fois sa plus grande largeur; que celle-ci doit régner vers les deux tiers de sa longueur à partir de la face antérieure, et que la partie postérieure doit être progressivement amincie en pointe; mais une balle aussi longue présenterait plusieurs inconvénients : si, par exemple,

dans sa partie descendante la trajectoire était très-courbe, l'air plus condensé à la partie inférieure, par suite du mouvement de haut en bas, deviendrait une nouvelle force perturbatrice du mouvement.

La balle cylindro-ogivale, adoptée pour notre carabine à tige, remplit assez bien les conditions de justesse et de portée : elle a environ deux calibres de longueur, et un plan la termine postérieurement ; la plus grande largeur règne aux deux tiers environ de sa longueur ; les trois *cannelures*, dont est sillonnée la surface cylindrique de sa partie postérieure, augmentent la résistance de l'air en arrière du centre de gravité, et par suite la stabilité de l'axe de rotation.

Le centre des résistances étant reporté en arrière, aussitôt que la balle dévie, la résistance de l'air agit, pour la redresser, avec un bras de levier d'une longueur proportionnée à la distance des centres de résistance et de gravité. La même charge produit ainsi une plus grande vitesse de translation, et l'on pouvait augmenter la vitesse de rotation, c'est-à-dire l'inclinaison des hélices, sans crainte de diminuer la portée. La diminution du pas des rayures accélère la vitesse de rotation, diminue la résistance de l'air sur la surface déformée de la balle, et augmente à la fois sa portée et sa justesse de tir. Mais si, par suite d'une excentricité de la balle, son centre de gravité n'était pas dans l'axe du canon, il décrirait une hélice du même pas que les rayures, et la balle quitterait le canon sous le dernier élément de cette hélice, en déviant de sa direction. Le pas des hélices ne peut donc être trop petit, si l'on veut atténuer la cause de déviation précitée.

L'artillerie proprement dite exige un tir exact et régulier à toutes les distances où les projectiles peuvent produire des effets utiles, c'est-à-dire sous tous les angles de tir que permettent les affûts. La forme des gros projectiles doit donc être telle que leur surface, dans toutes ses positions, présente toujours la même résistance à l'air : or ceci n'a lieu qu'avec

la forme sphérique. Les projectiles ordinaires ont toujours un certain mouvement de rotation quand ils choquent l'air ; avec toute autre forme, si l'on n'empêche pas le projectile de tourner autour d'un axe, autre que l'élément de la trajectoire, les résistances partielles ne seront pas distribuées symétriquement autour de la direction du mouvement et l'on produira de grandes déviations. D'ailleurs, si, dans le but de diminuer la résistance de l'air, on donnait aux projectiles une forme plus longue que large, ils s'arc-bouteraient dans la bouche à feu, comme il est arrivé à Metz, en 1852, avec les obus allongés ; et au bout de peu de temps, la pièce aurait un fort égouttement à la bouche. Nous ne regardons cependant pas comme impossible l'emploi, par l'artillerie, de projectiles allongés ; car déjà, en 1795, on a obtenu de bons résultats du tir des bombes elliptiques ; en 1815, des obus oblongs ont parfaitement réussi à Hanovre ; et en 1820, les anglais ont reconnu la supériorité des boulets de même forme pour tirer contre des vaisseaux. On rapporte qu'en Suède on fait actuellement des boulets de forme ogivale, qui donnent une grande justesse de tir.

Par une autre voie, on peut arriver jusqu'à un certain point à assurer la direction des balles : pour cela, loin de chercher à annuler l'effet de la résistance de l'air, on s'est proposé de l'utiliser. Dans cette intention, des balles munies à leur partie postérieure d'une petite tige (pointe de Paris) furent essayées avec un canon lisse ; cette tige augmentait la résistance de l'air en arrière, empêchait la rotation de la balle, la redressait quand elle prenait une inclinaison sur la trajectoire, et diminuait par conséquent ses déviations. Le tir de ces balles a donné d'assez bons résultats, mais elles sont d'un emploi et d'un transport trop difficiles pour qu'on puisse les appliquer aux armées de guerre.

Le chef d'escadron Delorme du Quesney, au service de France, imprime un mouvement de rotation aux balles cylindro-ogivales tirées avec un canon lisse, par l'action de la

résistance de l'air sur des côtes en forme d'hélices, ménagées à la partie antérieure du projectile ; il ne donne à ces rayures de la balle qu'une seule arête saillante, et la dispose du côté vers lequel il veut faire tourner le projectile ; les hélices sont prolongées jusque vers le milieu de la partie cylindrique : le mouvement de rotation autour de son grand axe, communiqué à la balle par le choc de l'air, donne, jusqu'à 450 pas, une justesse de tir supérieure à celle des balles ordinaires.

En 1826, à Woolwich, des obus cannelés qui portaient des saillies en hélices, d'un pas 55 pouces, ont donné des résultats très-satisfaisants.

Étendue, distance et nature du but.

Relativement à l'influence de l'étendue du but, de sa distance et de sa nature sur la probabilité d'atteindre, on peut admettre comme faits d'expérience : que la chance de toucher le but augmente avec son étendue et qu'elle devient presque nulle si le but a peu de surface et si son éloignement est voisin de la limite de la bonne portée des armes. Un but fort étendu est beaucoup plus favorable au fusil qu'à la carabine, dont le tir a plus de justesse.

Les variations de portée d'un coup à l'autre, avec les mortiers, ne donnent pas grandes chances d'atteindre, si le but ne présente pas une surface étendue.

La chance de toucher, avec les canons, un but qui ne dépasse pas trois à quatre mètres de côté, est proportionnelle à la grandeur du but. Sur un but plus étendu, la probabilité croît dans un rapport plus faible.

Une colonne d'infanterie passant un défilé d'une largeur de vingt-cinq pas serait, par le tir à mitraille, atteinte, à cinq cents pas, de deux balles du canon de 6, et de cinq balles du canon de 12 à la même distance ; si le défilé était moitié moins large, il faudrait tirer deux coups pour obtenir le même résultat.

La bonne portée du fusil est à la distance du but en blanc ; et son tir devient fort incertain au delà de deux cents pas.

On pourra évidemment d'autant mieux rectifier le tir, et la trajectoire sera d'autant plus rasante, que le but sera plus rapproché.

Au tir des mortiers, les portées gagnent en exactitude à mesure que l'éloignement du but diminue; aussi, pour augmenter la probabilité du tir, les mortiers de 20 ne s'emploient pas avant que l'on soit arrivé à la deuxième parallèle.

La probabilité du tir des canons atteint son maximum à la distance du but en blanc ; on ne tirera donc à douze cents pas et au delà que dans les cas d'urgente nécessité, la rectification des coups devenant presque impossible.

Une erreur de 100 pas sur l'estimation de la distance diminue d'un tiers le nombre de coups réussis de plein fouet ; si l'on se trompe de 200 pas, erreur qui conduit à donner un angle d'élévation différant de $\frac{2}{3}$ de degré avec l'angle de tir nécessaire, la chance d'atteindre diminue de deux tiers, et elle devient presque nulle pour une erreur de 300 pas sur l'évaluation de la distance, ou d'un degré dans l'inclinaison de la bouche à feu. En augmentant l'éloignement du but, la probabilité d'atteindre avec les boulets diminue dans un rapport plus grand que celui de l'accroissement des distances.

Tirant à mitraille, le nombre de balles qui atteignent le but décroît plus rapidement que dans le rapport de l'augmentation de la distance. Si l'on compare le nombre de balles réussies à 400 et 800 pas, le premier est triple ou quadruple du second.

A chaque bouche à feu correspond une certaine distance maximum, en deçà de laquelle l'effet des balles est plus efficace que celui du boulet ; au delà, l'avantage appartient au boulet.

Pour atteindre un but mobile, il faut le suivre avec la ligne de mire et tirer le plus souvent au juger. Une arme légère et portative offre, dans ce cas, de grandes facilités ; mais les

bouches à feu, lourdes et difficiles à déplacer, ne permettent pas de tirer avec certitude sur un objet en mouvement. Ce genre de tir se présente fréquemment dans les batteries de côte; c'est pourquoi les bouches à feu sont placées sur des châssis très-mobiles.

Avec les boulets, on a plus de chance de toucher un objet disposé verticalement; le tir des mortiers offre plus de probabilité contre un but disposé horizontalement.

Angle de tir.

On conçoit aisément que la courbure de la trajectoire augmentant avec l'élévation de l'angle de tir ou avec la diminution de la charge, la chance de toucher ou l'espace dangereux suit la même décroissance; d'autant plus qu'avec une trajectoire rasant, une erreur dans l'évaluation de la distance est sans importance.

Les plus grandes variations de portée se présentent dans le tir sous de petits angles; ces déviations sont toujours supérieures aux écarts dans la direction, et la différence des portées est de moins en moins sensible à mesure que l'on s'approche de l'angle de portée maximum, c'est-à-dire de 45° . Cet angle procure aux mortiers le tir le plus exact.

On ne peut lancer les grenades sous un angle plus ouvert que 33° , sinon elles s'enfoncent dans le sol, et leurs éclats sont peu rasants.

En tirant les pierres sous un grand angle, on leur communique une force de chute plus considérable.

Un homme peut être atteint dans tout le trajet du boulet quand on tire horizontalement avec les canons; à la distance de 500 pas, le boulet passe à plus de 3 mètres au-dessus de sa tête si l'on tire sous 1° d'élévation, et cette hauteur est double dans le tir sous 2° . Aux angles de tir de 1° et 2° correspondent respectivement des espaces dangereux de 67 et 33 pas.

L'espace dangereux du boulet de 24 est, à 800 pas, moitié moins étendu quand on le tire avec le canon court que lorsqu'il est lancé avec le long. Cette différence s'explique si l'on observe que dans le premier cas la charge est de 1^k,5, tandis qu'elle est de 4^k dans le second. Cette diminution de la charge réduit de 100 mètres environ la vitesse initiale du projectile.

L'espace dangereux des boulets peut être doublé ou augmenté de moitié par le relèvement, suivant que l'angle sous lequel commence le premier ricochet est égal ou double de l'angle de chute.

L'angle de projection a une très-grande influence sur le tir à mitraille, dont les effets diminuent rapidement si l'angle de tir est trop faible. Quand on tire de bas en haut, il y a moins de chance d'atteindre que tirant de haut en bas; d'après l'expérience, les chances sont dans le rapport de 1/7 à 1/4.

Nature du sol.

Le nombre de coups qui atteignent et les effets produits varient selon la nature du terrain en avant du but.

Sur un sol dur et uni, la probabilité du tir du fusil d'infanterie augmente de 1/7; l'effet des coups roulants des canons est double de ce qu'il serait en terrain accidenté ou marécageux; et entre les limites de tir de 1 à 4°, la portée totale des boulets roulants augmente avec l'élévation. La portée approche de 1800 pas sous 4°, et surpasse d'environ 300 pas la portée en terrain mou; sous l'angle de 1°, elle est la même sur les deux sortes de terrain, et, en terrain mou, la portée est constante entre les limites ci-dessus.

Sur un terrain favorable, tel que prairies, bruyères, terres labourées, etc., l'effet des coups roulants peut être double de celui qu'on obtiendrait dans les dunes, dans les marais, sur des prairies coupées de nombreux fossés, ou dans des chemins creux, etc.; une pente douce est favorable au tir roulant; et

sur un sol pierreux, les pierres lancées font l'effet de la mitraille. Les coups roulants dévient en général plus que les coups directs, mais à portée égale il y a peu de différence.

Le tir à mitraille, exécuté sur un terrain inégal, ne donne que le tiers de l'effet produit sur un sol dur et horizontal; et si le tir s'exécute de bas en haut, l'effet est diminué de moitié; tandis qu'il est moitié plus considérable qu'en terrain horizontal, quand on tire de haut en bas sur un terrain uni.

Les obus s'enfoncent dans les terrains mous, et produisent très-peu d'effet.

Certains auteurs affirment que *la vallée attire le boulet*; il est permis de croire que le boulet est déjà bien loin quand, par son élasticité, l'air réagit de bas en haut pour le relever, lorsque le sol est assez rapproché de la bouche à feu. L'abaissement du boulet, de même que la diminution des deux tiers de l'effet produit par la mitraille en terrain horizontal, quand on tire d'une montagne à une autre, doivent plutôt être attribués à une erreur dans l'estimation de la distance; on est généralement porté à évaluer en dessous de sa grandeur réelle la distance entre deux montagnes. Büchner dit avoir constaté, en 1682, un fait qui paraît plus vraisemblable : il assure que, si une pièce, tirant à embrasure, est plus près d'une des joues que de l'autre, le boulet dévie du côté opposé. Les expériences de La Fère, en 1850, semblent confirmer ce fait, car on a reconnu que le tir en campagne exige une plus forte charge que le tir à embrasure, pour atteindre à la même distance sous le même angle de projection : cela indiquerait une influence du fond de l'embrasure, qui doit relever le projectile.

Variations de densité de l'air et mouvement diurne du globe.

Il suffit d'un changement de température pour faire varier la densité de l'air et par suite la forme de la trajectoire. Ainsi les portées peuvent être réduites de $\frac{1}{4}$ dans une atmosphère

humide; c'est pourquoi les portées sont généralement plus fortes le matin. Belidor a le premier, en 1731, signalé l'influence de la température sur les portées; et les expériences de La Fère, en 1832, ne laissent aucun doute à cet égard.

Pendant le parcours de la trajectoire, le globe décrit aussi, en vertu de son mouvement diurne, un certain chemin, en sorte que le projectile doit généralement dévier à gauche ou à droite du pointeur : le tir sous de grands angles est le plus susceptible d'altération par le mouvement de la terre. M. Paganî a soumis au calcul cette force perturbatrice.

PROBABILITÉS D'ATTEINDRE AVEC LES ARMES À FEU EN USAGE.

Nous avons examiné en détail chacune des circonstances qui peuvent influer sur la probabilité du tir des armes à feu; posons maintenant quelques chiffres pour donner une idée approximative de la chance d'atteindre avec nos armes.

Quand le tir du fusil d'infanterie est dirigé contre un but d'une grande étendue, tel qu'un panneau de 32^m de longueur sur 1^m,90 de haut, figurant à peu près le front d'une division d'infanterie, sur 100 balles tirées à la distance :

de 150 pas, 52 balles touchent directement le panneau sans rico-

200	35	,	,	,	[cher,
250	28	,	,	,	
300	24	,	,	,	
600	5	,	,	,	

Si l'on dirige le tir contre un objet de faible étendue, de 2^m de hauteur et d'une largeur de 0^m,57 par exemple, la probabilité d'atteindre diminue considérablement; ainsi,

à 225 pas, 11 balles sur 100 frappent le but;

300 6 , , ,

450 4 , , ,

Mais, à cause des vides entre les files, une division d'infan-

terie ne présente que la moitié de la surface du panneau ; ces chiffres doivent donc être diminués de moitié pour représenter la chance d'atteindre aux différentes distances. Ces résultats d'expérience prouvent que les feux d'infanterie peuvent produire de grands effets, s'ils sont exécutés avec précision et à de bonnes distances.

Sur le champ de bataille, où l'on tire le plus souvent de trop loin, avec précipitation et sans prendre le soin de bien viser, le tir est beaucoup moins redoutable. On estime qu'il faut brûler de 3000 à 10000 cartouches pour blesser ou tuer un seul homme ; et l'expérience de la guerre enseigne que pour mettre un homme hors de combat, il faut consommer son poids pesant en plomb.

Avec la carabine Poncharra, qui jouit d'une plus grande justesse de tir, lorsque l'on vise sur un but de faible étendue, de 2^m de haut sur 0^m,60 de large,

49 pour cent des balles atteignent à 150 pas ;		
37	,	250
14	,	350
6	,	450

Aux mêmes distances, le nombre de balles réussies, sur un but de 2^m carrés de surface, est respectivement de 90, 74, 48 et 25.

Le tir de la carabine à tige est bien supérieur à celui-ci ; dans le tir à l'épaule jusqu'à la distance de 400 pas, sur 100 balles, toutes atteignent un carré de 0^m,60 de côté, et à plus de 1000 pas, un quart réussissent ; à 500 pas, les 100 balles frappent un carré de 1^m ; à 700, aucune balle ne manque une cible de la hauteur d'un homme et large de 1^m,50 ; et il en est de même à 1000 pas, si l'on tire contre une cible de la hauteur d'un cavalier et large de 2^m,50. Ces quelques chiffres suffisent amplement pour donner une idée du parti que l'on pourra tirer de cette arme.

Le gendarme démonté atteint, avec son mousqueton, 90 fois

sur 100 un but de 3^m carrés à 160 pas de distance ; et à 204 pas, 70 balles touchent.

Le cavalier démonté loge, avec son mousqueton, 90 balles sur 100 dans une cible de 1^m,88 de haut sur 1^m,35 de large éloignée de 105 pas.

33 balles du pistolet, sur 100, frappent un homme à pied à la distance de 30 pas, et on le touche 20 fois s'il est éloigné de 45 pas.

A 400 pas de distance, sur 100 bombes

de 29, on en lance 24 dans un carré de 25 pas de côté ;

 , 20 , 18 , , ,

 , 12 , 7 , , ,

25 bombes de 29 sur 100 atteignent à la même distance une tra-

18 , 20 , , , [verse.

11 obus de 13 , , ,

Il faut 3404 bombes de 29 pour toucher une embrasure à la distance de 800 pas ; et il en faut 213 pour atteindre un merlon.

Les bombes du même calibre, tirées à ricochet sous 12° à 400 ou 500 pas du saillant, atteignent plus souvent le terre-plein d'un ouvrage que les boulets de 18 tirés avec le canon de bronze ; 15 pour cent touchent les affûts.

Le jet des balles avec le pierrier est beaucoup plus efficace qu'avec le mortier à boulets ; à bonne distance, on en a mis jusqu'à 6 par mètre carré de surface. Selon toute probabilité, le pierrier remplacera désormais le mortier à boulets, qui pèse plus du double ; le pierrier, fort utile dans la défense des places, constitue une artillerie très-mobile et d'une efficacité très-satisfaisante.

Le tir des canons, à la distance de 400 à 800 pas contre une embrasure, a donné les résultats suivants :

Avec le canon de 24 en bronze, 19 boulets sur 100 ont touché ;

 , , en fonte, 24 , ,

 , de 18 en bronze, 18 , ,

 , , en fonte, 20 , ,

Quatorze pour 100 des boulets de 12 réussissent aux distances de 600 à 800 pas ; un seul boulet de 24 fait plus d'effet que deux ou trois de 12 ; et une batterie de côte de quatre canons de 24 l'emporte en efficacité sur un vaisseau de 100 canons, si elle est bien située et bien servie.

Le canon en fonte de 24 court, récemment adopté en Belgique, offre, à 800 pas, moitié plus de chance d'atteindre que le canon de bronze long. Cette plus grande justesse du tir doit sans doute être attribuée à la nature du métal et à l'emploi des nouveaux sabots de papier, qui ont empêché les battements du projectile. Cette bouche à feu produira donc une notable économie de poudre et de fonte, sa charge ne dépassant pas 1^k,50.

Dans le tir à ricochet, à la distance de la première parallèle ou de 800 pas environ,

21 boulets de 24 sur 100 atteignent le terre-plein ;

5 , les affûts.

A la distance de la deuxième parallèle, ou de 400 pas environ, la chance d'atteindre est double.

On a un peu moins de chance de toucher avec les boulets de 18, tirés à ricochet à la même distance.

Sur 100 coups tirés, trois obus de 20 ont atteint une embrasure à la distance de 600 à 800 pas ; la faible vitesse de 230 mètres, imprimée au projectile par la charge de 1^k, explique le peu de justesse du tir de cette bouche à feu.

Sur 100 obus jetés à 400 pas, 15 ont frappé une traverse, et 20 sont tombés dans un carré de 25 pas de côté.

Tirant à ricochet avec la même bouche à feu, la moyenne des coups réussis, aux distances de 400, 600 et 800 pas, a été de 19 pour 100, tombés sur le terre-plein ;

6 , ont touché les affûts.

Cette différence entre le nombre d'affûts touchés avec l'obusier ou avec le canon de 24 tient aux plus nombreux ricochets des obus.

La trajectoire décrite par les projectiles des canons à bombes étant très-tendue, on a grande chance d'atteindre avec ces bouches à feu : 12 bombes tirées contre un vaisseau de ligne, à 800 pas, ont toutes réussi.

La moyenne des boulets de campagne de 6 qui, aux distances de 600, 800, 1000, 1200 et 1500 pas, ont atteint une cible longue de 30^m et haute de 2^m,83, représentant à peu près un front de cavalerie, a été de 34 pour 100 : 31 pour 100 touchent le front d'infanterie : le nombre de boulets réussis à 600 pas est triple ou quadruple du nombre correspondant à la distance de 1500 pas.

La probabilité d'atteindre avec le canon de 12 présente un avantage assez marqué sur la chance de toucher avec le canon de 6. Passé 1200 pas, le tir des canons de campagne n'offre plus grande justesse.

Un cinquième ou un tiers des boulets roulants, tirés de but en blanc avec les caons de campagne de 6 ou de 12, ont atteint un but étendu placé à la distance de 1200 à 2000 pas sur un terrain favorable. Les derniers ricochets étant plus tendus, c'est vers la fin de leur trajectoire que les boulets roulants ont le plus de chance de toucher.

L'obusier court de 15 porte moyennement 34 obus sur 100 dans le front de cavalerie aux distances de 600 à 1500 pas.

L'obus agissant comme boulet, le tir roulant des obusiers courts offre les mêmes chances que celui des canons. Le tiers environ des obus n'éclate pas, et cette proportion est encore plus forte quand on tire sous de petits angles.

Le canon court de 24 serait avantageusement employé pour raser des merlons, en lançant des obus de 15 chargés de 0^k,47 de poudre.

Vingt obus de 15 sur cent, jetés à la distance de 400 pas avec l'obusier long, atteignent une traverse; douze tombent dans un carré de 25 pas de côté.

Le tir à ricochet avec cette bouche à feu donne d'assez

distance de l'ennemi, et à une bonne observation des coups pour rectifier le tir en conséquence ; de plus, on ne connaît qu'imparfaitement la nature du terrain situé en avant du but ; en sorte que l'espèce de tir employée est quelquefois précisément celle qu'il faudrait condamner. Et malgré tous les soins apportés à une exacte détermination de ces inconnues, les projectiles peuvent ne pas atteindre un ennemi à bonne portée, quand la poudre a pris de l'humidité ou s'est altérée durant de longs transports.

Arrivons enfin aux derniers renseignements qui doivent nous fixer sur l'efficacité du tir des armes à feu.

TEMPS NECESSAIRE A L'EXECUTION DU TIR.

Le temps nécessaire à l'exécution du tir croît avec le calibre et la longueur de l'âme.

En prenant le temps de viser exactement, on peut tirer deux coups de fusil par minute.

Le chargement et le tir de la carabine à tige exigent environ 1/10 plus de temps qu'avec le fusil. Quelle que soit la rapidité du tir des armes portatives, leur canon ne peut jamais s'échauffer à une température supérieure à 200°, capable d'enflammer la charge : car à 70° l'arme ne serait déjà plus maniable.

Le plus ou moins de célérité du tir des bouches à feu dépend en grande partie de l'étendue du recul, la pièce devant être reportée à son emplacement après chaque coup.

Le chargement et le tir des gros mortiers exigent un quart d'heure ; les petits calibres s'exécutent plus rapidement : aussi ces derniers sont-ils d'un meilleur emploi dans la défense des places, qui exige parfois un tir des plus accélérés. Dans la défense rapprochée, les mortiers et les pierriers tirent quatre-vingts coups en vingt-quatre heures.

Les canons de siège de gros calibre peuvent tirer en une

heure douze coups à forte charge ; les pièces de faible calibre s'exécutent plus promptement. Les canons de rempart tirent ordinairement quatre coups par heure. Le tir à ricochet a lieu plus rapidement : la faible charge employée n'échauffe pas autant le métal, et l'on peut aller jusqu'à cent coups par jour.

En douze heures de temps, les obusiers de siège tirent de six à huit coups.

Le canon de 12 de campagne, et l'obusier court destiné au même service, tirent trois coups en deux minutes ; un canon de 6, deux coups, et un obusier long, un seul. On doit avoir soin de laver de temps à autre l'âme des canons ; en 1829, au grandes manœuvres de Silésie, l'oubli de cette précaution occasionna un long retard dans l'exécution d'un canon de 6 : après 220 coups, les crasses produisirent un tel rétrécissement de l'âme que, pour retirer l'écouvillon, on fut obligé de le chasser avec de la poudre introduite par la lumière. Par un temps humide et un tir lent, les crasses sont boueuses ; elles sont solides par un temps sec et un tir rapide et sont plus abondantes quand on tire à faibles charges ; le plus grand dépôt est vers le milieu de l'âme et en-dessus.

Le tir à mitraille s'exécute le double plus vite. Sur un but de grande étendue, et quand on ne soigne pas le pointage, le feu peut être encore beaucoup plus accéléré.

Un grand nombre de ratés modifie singulièrement la rapidité du tir. L'humidité augmente, comme on le sait, le temps nécessaire à l'inflammation de la poudre : une poudre humide donne donc plus de ratés que si elle était sèche, et une poudre anguleuse ou poreuse, s'enflammant plus rapidement, diminue leur nombre. La poudre fine ou à petits grains, qui s'introduit dans le canal de lumière des armes portatives, est favorable à la diminution du nombre des ratés.

L'ancien fusil à silex donnait quinze pour cent de ratés, et quand, après un certain nombre de coups, le mécanisme de la platine était encrassé, la lumière obstruée et la face de la pierre

ou de la batterie salie, ils étaient encore plus fréquents; l'expérience indique qu'une pierre peut servir pour 30 coups; qu'il faut laver le canon du fusil après 60 coups et huiler la platine après 300. Avec les nouvelles armes à percussion, le nombre des ratés ne s'élève guère qu'à un pour cent; mais il faut avoir soin d'appuyer le chien sur la capsule pour la mettre bien à fond, et établir le contact entre la composition fulminante et le dessus de la cheminée.

Aux canons, ce sont le plus souvent des ratés d'étoupilles qui empêchent le coup de partir.

L'appareil à percussion des pièces de campagne laisse, sous ce rapport, beaucoup à désirer; peu d'hommes en tirent bon parti, et il faut souvent abattre plusieurs fois le marteau avant que l'étoupille s'enflamme, ou bien la fausse lumière est dérangée, et alors, l'étoupille eût-elle pris feu, le coup rate encore.

Espérons que bientôt un autre système d'amorce pour les bouches à feu de campagne sera introduit dans notre armée pour obvier à cet inconvénient, qui peut avoir de graves conséquences sur le champ de bataille.

Nous avons essayé, en Belgique, différentes étoupilles à friction; jusqu'à présent, aucune n'a paru réunir les conditions d'un bon mode d'inflammation de la charge, d'un transport facile et d'une bonne conservation.

L'étoupille Dambry, adoptée en France, nous semble mériter une mention spéciale.

Cet artifice comprend trois parties distinctes : un *tube-enveloppe* de cuivre rouge, d'une longueur de 45 millimètres, dont le diamètre externe a les dimensions du canal de lumière des bouches à feu, et terminé à sa partie supérieure par un rebord qui l'empêche de s'enfoncer trop profondément dans la lumière, renferme un second *tube* de cuivre, long de 18 millimètres; celui-ci est tapissé intérieurement d'un mélange de chlorate de potasse et d'un corps combustible destiné à ralentir l'inflammation du sel, lorsqu'il est violemment frotté par

un *fricteur* en fil de laiton. Ce fricteur est aplati à son extrémité et recourbé en *crochet*, pour s'engager entre le tube principal et le petit tube à sa partie inférieure; le fricteur se prolonge extérieurement en forme de boucle, après avoir traversé le tube intérieur ainsi que le *sabot* de bois, contre lequel il s'appuie et qui ferme l'orifice supérieur du grand tube, où il est maintenu par un étranglement de la paroi.

L'application de ce système d'étoupille n'apporte aucun changement à la bouche à feu ordinaire. Il suffit, pour s'en servir, de l'introduire dans la lumière (dont on supprime le calice), de courber la boucle du fricteur pour la disposer perpendiculairement à l'étoupille, d'y adapter un *crochet* fixé à l'extrémité d'un *cordeau*, et de tirer vivement à soi. Par l'effet de la traction, le crochet du fricteur se redresse, se dégage de dessous le petit tube, racle sa paroi interne et enflamme le mélange fulminant; celui-ci communique le feu à la poudre grenée, qui au-dessous du petit tube remplit la capacité inférieure du tube-enveloppe, et enflamme ainsi la charge de la bouche à feu.

Le seul inconvénient de quelque importance de cette étoupille est de pouvoir être arrachée hors de la lumière, si le canonnier ne tire pas convenablement le cordeau. On pourrait facilement corriger ce défaut par une disposition quelconque, telle qu'une légère inclinaison de la lumière dans la direction opposée à l'emplacement du servant qui met le feu.

La solidité de l'artifice le met à l'abri des dégradations pendant le transport, et au moyen de la cire dont on ferme hermétiquement les deux extrémités du tube, la charge intérieure est parfaitement garantie de l'humidité de l'atmosphère. Le nombre de ratés de ces étoupilles ne dépasse pas deux ou trois pour cent.

Quand le raté d'une bouche à feu ne peut être imputé à l'étoupille, les servants en sont presque toujours cause. Ainsi, il suffit pour faire rater le coup que le canonnier n°1 ne pousse

pas la charge bien à fond et que le pointeur ne s'en aperçoive pas en dégorgeant ; il en est de même quand l'artillerie de campagne manœuvre avec ses pièces chargées, si l'on n'a pas soin de retenir la charge au fond de l'âme, en l'assujettissant avec le dégorgeoir ; et à l'obusier long de campagne il est fort important de bien fixer la charge au crochet du sabot, pour éviter qu'elle se dispose mal et qu'il y ait un raté. Dans le tir à ricochet cet inconvénient est assez fréquent, car le peu de hauteur de la charge fait que souvent elle n'arrive pas à fond : l'allongement des gargousses diminue de dix pour cent le nombre des ratés.

La difficulté de conserver leur forme à des gargousses à fond hémisphérique oblige de les faire à base plane ; aussi, pour éviter les ratés résultant d'un vide en arrière de la charge, toutes les fois que la ténacité du métal le permet, on a rejeté la forme hémisphérique pour le fond de l'âme des bouches à feu : nous avons vu que l'on obviait en partie aux inconvénients des fonds hémisphériques, en donnant une inclinaison à l'axe de la lumière.

EFFETS PRODUITS PAR LES PROJECTILES.

Afin d'apprécier l'effet des balles de plomb sur les hommes et les chevaux, but du tir des armes à feu portatives, il fallait posséder un terme de comparaison. Or, l'expérience enseigne que si une balle de fusil pénètre de 8 millimètres dans une planche de sapin, elle ne produit qu'une contusion sur un corps animé ; un enfoncement double correspond à une blessure dangereuse.

Les balles du fusil d'infanterie donnent la mort jusqu'à 375 pas ; à 450 pas, elles produisent des blessures graves, et à 600 pas elles ne font généralement que des contusions.

La balle de la carabine à tige étend ses effets meurtriers jusqu'à 1200 pas.

La vitesse d'arrivée au but détermine donc l'effet produit par les balles de plomb ; mais, à cause du peu de dureté du métal, leur enfoncement n'est nullement proportionné à la vitesse dont elles sont animées en frappant le but. La pénétration d'une balle ne croît avec la rapidité de son mouvement que jusqu'à la vitesse d'arrivée de 450 pas, à laquelle correspond l'effet maximum ; au delà, l'enfoncement diminue progressivement, par suite de l'aplatissement du projectile ; et, à la vitesse de 750 pas, sa pénétration est d'environ le quart du maximum.

Des expériences nombreuses ont constaté que la balle du fusil d'infanterie pénètre dans le bois de chêne

de 0 ^m ,08	à 75 pas,	et de 0 ^m ,27	dans les terres argileuses rassises,
» 0 ^m ,065	» 150	» 0 ^m ,22	» »
» 0 ^m ,045	» 300	» 0 ^m ,15	» »
» 0 ^m ,027	» 450	» 0 ^m ,11	» »
» 0 ^m ,018	» 600	» 0 ^m ,08	» »
» 0 ^m ,008	» 900	» 0 ^m ,04	» »

L'enfoncement des balles dans le bois blanc et dans les terres nouvellement remuées est double des précédents ; dans la laine, la pénétration est deux fois plus grande que dans les terres rassises ; à 60 pas, la balle traverse un matelas d'un mètre d'épaisseur, et pénètre de 0^m,50 dans un gabion ordinaire farci de fagots de sape, à la distance de 33 pas.

La plus faible vitesse des balles de la carabine Poncharra doit nécessairement produire des enfoncements moins considérables. Ainsi la balle du fusil de rempart français, pesant plus du double de celle du fusil, ne pénètre que de 0^m,015 dans le bois de sapin à 600 pas de distance ; et, à 22 pas, elle ne peut rien contre un gabion roulant farci de fascines. Le projectile des carabines ordinaires, à balle aplatie, pénètre à la même distance, de 7 millimètres, dans le bois de sapin, et de 0,01 environ à 300 pas.

En tombant sur le sol, les bombes s'y enfoncent et forment

des entonnoirs dont la profondeur varie selon la hauteur de la chute, la distance du tir et le calibre du projectile; le diamètre de l'entonnoir est généralement égal à deux ou trois fois sa profondeur.

Les bombes de 29 et de 20, lancées sous un angle de projection de 60° , aux distances de 1200 et de 800 pas, s'enterrent respectivement à une profondeur moyenne de $1^m,06$ et de $0^m,59$, dans un terrain d'alluvion couvert de bruyères; sous un angle de 45° , leur enfoncement serait environ un quart plus faible. Chargés à chambre pleine, ces projectiles ont formé par leur explosion des entonnoirs qui, vidés, avaient un volume de $4^m,20$ et de $0^m,45$, dont la profondeur était de $1^m,74$ et $0^m,73$, et d'un rayon de $0^m,85$ et $0^m,67$; on devrait faire des expériences sur l'effet de nos bombes, à la charge ordinaire de guerre, environ moitié de celle éprouvée. On estime qu'un kilogramme de poudre déblaye deux mètres cubes de terre ordinaire.

On a vu une seule bombe de gros calibre ouvrir un épaulement, détruire un merlon ou une embrasure, enfoncer des voûtes de $0^m,80$ d'épaisseur, des blindages bien construits, et traverser de part en part un vaisseau; quand une bombe tombe sur une plate-forme, elle la détruit et brise souvent l'affût qui la surmonte. Les effets produits, sur les corps animés, par l'explosion des bombes sont quelquefois très-considérables; en 1690, une bombe tombée sur le vaisseau *le Terrible* le détruisit et mit cent hommes hors de combat; au siège de Namur, en 1746, une seule bombe tua ou blessa trente hommes; une autre ruina complètement une maison de Ziegenhayn en 1761; et en 1801, Nelson coula deux bâtiments au moyen de deux bombes.

Le nombre des éclats peut aller jusqu'à trente; il croît avec la charge, et ceux-ci atteignent souvent à 800 pas de distance; les éclats de 100 grammes produisent seuls un effet certain sur le champ de bataille; ils décrivent des trajectoires d'autant plus

rasantes et plus meurtrières pour les hommes que la bombe s'enterre moins profondément.

Souvent la fusée s'éteint durant le trajet; la bombe ne produit alors d'effet que par son choc.

Les grenades lancées par le pierrier peuvent donner douze éclats, dont les effets meurtriers s'étendent jusqu'à 40 mètres de distance.

Quand un boulet pénètre dans un milieu, il s'enfonce d'autant plus profondément que le milieu a moins de cohésion, que le calibre du projectile est plus fort, sa densité plus grande, et qu'il arrive avec une vitesse plus considérable.

La charge de la bouche à feu et son éloignement du but ont, par suite, une grande influence sur la profondeur de pénétration du boulet. Les plus fortes charges ne produisent cependant pas toujours les plus grands effets, car la résistance de l'air augmentant avec la vitesse initiale du mobile, un projectile de gros calibre, lancé avec une charge réduite, peut fort bien posséder au moment du choc une force vive finale, supérieure à celle qui lui resterait si, étant d'un plus faible calibre, il avait été lancé avec une plus forte charge.

Des expériences faites en France ont constaté que, dans les terres rassises, le boulet de 36, tiré à la charge du tiers, pénètre de 2^m,77 à la distance de 33 pas,
 , 2^m,18 , 650 ,
 , 1^m,77 , 1300 ,
 qu'avec la charge du tiers, le boulet de 24 pénètre, aux mêmes distances, de 2^m,55, 1^m,87 et 1^m,48. Le boulet de 12 pénètre, dans des circonstances analogues, de 1^m,65, 1^m,15 et 0^m,89.

Dans les terres mêlées de gravier ou de sable et gravier, les boulets ne pénètrent pas à une aussi grande profondeur; dans l'argile humide, la pénétration est encore moitié plus considérable que les chiffres ci-dessus, double dans les terres nouvellement remuées, et de plus du double dans l'argile mouillée; dans ce dernier cas, le boulet atteint son maximum

de pénétration. Ainsi les boulets de la défense pénètrent beaucoup plus profondément dans les épaulements de l'attaque, que les projectiles de l'assaillant dans les parapets de la place.

L'accroissement de vitesse procuré par la charge de moitié poids du boulet est peu considérable : aussi remarque-t-on que les enfoncements des projectiles dans les différents milieux n'augmentent pas beaucoup quand on tire avec une charge supérieure au tiers du poids du projectile.

L'entonnoir formé par le passage du boulet dans le sable se comble immédiatement ; dans les terres compactes, le vide reste ouvert et présente à l'extérieur un diamètre de plusieurs calibres ; l'ébranlement de la masse s'étend à un mètre environ de l'entonnoir.

Les pénétrations des boulets, ordinaires ou rougis, tirés à la charge du tiers dans le bois de chêne, sont, aux trois distances prénommées,

de 1 ^m ,66, 1 ^m ,20, 0 ^m ,80	avec le calibre de 36,
de 1 ^m ,50, 1 ^m ,03, 0 ^m ,63	» de 24,
de 1 ^m ,17, 0 ^m ,73, 0 ^m ,37	» de 12.

Dans le hêtre, l'orme, le sapin et le peuplier, les boulets s'enfoncent de plus en plus, et dans la dernière essence ils atteignent une profondeur double.

Le passage d'un boulet à travers les bois très-fibreux occasionne de grandes déchirures longitudinales, qui pour les plus petits boulets ont quelquefois 2 mètres de longueur ; mais le trou se referme en partie par le redressement des fibres. Dans les bois tendres et le sapin, le boulet fait souvent emporte-pièce : on choisira donc de préférence le sapin pour la construction des batteries blindées. D'après cela, l'effet des boulets dans le bois croît en raison inverse de la vitesse. Les éclats du bois sont souvent lancés à 12 ou 15 mètres de distance.

Les gabions farcis sont traversés par les boulets du plus

chée horizontale, et 40 nouveaux projectiles pour déterminer la chute de l'escarpe sur une longueur de 20 mètres; tandis que 150 boulets de 18, tirés à la charge du tiers, ouvrent la tranchée horizontale dans une escarpe en maçonnerie de brique d'une dureté moyenne. Le canon de 12 court peut fort bien ouvrir les escarpes de cette nature, en employant sa charge ordinaire de guerre.

Jusqu'à la distance de 150 pas, le boulet se brise, par son choc contre le revêtement, quand il est lancé avec la charge du tiers ou de la moitié; aux courtes distances il se divise en fragments sous l'action des plus faibles charges. Pour pénétrer dans un milieu, il n'est pas nécessaire que le boulet le frappe normalement; arrivant sous un angle de 17° avec l'escarpe, le boulet pénètre dans une bonne maçonnerie de briques; il est même jusqu'à un certain point avantageux de tirer obliquement sous 20 à 25° environ.

L'enfoncement des boulets dans le plomb ne dépasse jamais $0^{\text{m}},27$; le projectile se brise si sa vitesse d'arrivée est considérable.

Une plaque de fer de $0^{\text{m}},08$ d'épaisseur est percée ou brisée, suivant la vitesse avec laquelle le boulet la frappe.

La fonte est brisée par le choc du boulet, dont la partie choquante s'aplatit dans les premiers instants pour former la base d'un noyau sur lequel semblent glisser cinq secteurs sphériques projetés à de grandes distances: le noyau est d'autant plus petit que la vitesse du projectile est plus considérable.

On croit pouvoir conclure de certaines expériences que les boulets traversent un nombre de chevaux égal à leur enfoncement dans le bois de chêne multiplié par vingt; et un nombre double d'hommes: on cite certains boulets qui ont mis jusqu'à cinquante hommes hors de combat.

L'espace de vide laissé par le boulet à sa partie postérieure produit une succion de l'air environnant, assez intense pour

faire le vide dans les poumons et tuer un homme devant lequel il passerait.

Comparant l'effet des boulets à celui des boîtes à balles, Scharnhorst attribue au sifflement du boulet un plus grand effet d'épouvante; il observe qu'il peut renverser une file entière alors que les balles ne tuent le plus souvent qu'un seul homme; que son effet sur la seconde ligne de bataille équivaut à celui produit sur la première, et qu'il ricoche mieux. Le tir à mitraille présente, selon cet auteur, l'avantage de ne pas exiger un pointage aussi exact : ces assertions nous paraissent fort contestables.

La densité de l'obus influe beaucoup sur sa profondeur de pénétration dans les milieux résistants; il ne peut pénétrer dans la maçonnerie, car il se brise même quand il choque la terre avec une grande vitesse.

Nous manquons de renseignements sur la profondeur de pénétration des obus dans les parapets en terre; il est évident que leur vitesse d'arrivée et leur densité étant inférieures à celles des boulets, ils doivent s'enfoncer à une moindre profondeur. Quelques obus de 15, lancés avec le canon court de 24, ont prouvé que ces projectiles agissant comme boulets produisent, à la charge du cinquième, beaucoup plus d'effet contre des embrasures que les boulets du même calibre tirés avec des charges du tiers.

Dans les bois et les palissades, les obus font de grands ravages. Quand les bombes de 8 et de 10 pouces se logent dans les bordages des vaisseaux, elles y ouvrent d'énormes brèches et produisent des déchirements très-étendus; leurs éclats renversent et mettent hors de combat un grand nombre d'hommes.

En faisant explosion, l'obus joue le rôle d'une fougasse, lance la terre et pratique un entonnoir plus ou moins spacieux, suivant sa charge intérieure : un kilogramme de poudre donne ordinairement un vide de 2 mètres. Un obus de 15,

tombe dans une embrasure, y a produit, par son explosion, une excavation de 0^m,30 de profondeur.

Ces projectiles produisent un grand effet moral et donnent ordinairement plus d'éclats que les bombes. Quand un obus fait explosion dans les rangs de l'infanterie, il met environ quatre hommes hors de combat, et ses éclats ont une force suffisante pour briser certaines pièces du matériel. Un seul obus mit, à Zorndorff, en 1758, quarante-deux hommes hors de combat.

Les grenades de 15, lancées par le mortier à 400 pas de distance, s'enfoncent de 0^m,17 dans la terre, et à 1000 pas leur pénétration est de 0^m,27; elles donnent environ quinze éclats, lancés quelquefois à 300 pas de distance.

La sphère lumineuse des balles à éclairer de 29 a un diamètre de 25 pas, observée à 800 pas de distance; il est presque double à 400 pas, et de plus du double à 200; la balle brûle pendant 16' $\frac{1}{2}$.

Le diamètre lumineux des balles de 20 est aux mêmes distances de 18, 29 et 38 pas; elles achèvent leur combustion en 12'.

A 800 et à 400 pas, la balle de 15 éclaire autant que celle de 20; à 400 pas, son rayon lumineux est égal à celui de la balle de 29 à 800 pas.

La balle de 15, la plus lumineuse de toutes, éclaire autant que la balle de 29 à la distance de 800 pas; à 400 pas, elle éclaire près de trois fois autant qu'à la distance de 800 pas; l'espace lumineux observé aux distances de 200, 150 et 67 pas, varie en largeur de 190 à 125 pas; sa combustion dure 8'.

La balle à main éclaire pendant 6' un cercle de 79 à 100 pas de diamètre, aux distances de 150 à 167 pas environ.

Les effets des boîtes à balles dépendent essentiellement de la distance du but; ainsi, à 700 ou 800 pas, les balles n'ont plus assez de force pour mettre un homme hors de combat; tandis qu'à faible distance une seule balle peut renverser plusieurs hommes et produire des dégâts notables sur le maté-

riel ; à 200 ou 300 pas de distance, elles s'enfoncent de 2 ou 3 centimètres dans la maçonnerie.

Les balles des obusiers ont des effets moins étendus que celles des canons, car on les tire à plus faible charge.

La gerbe formée par les balles n'a pas, à 200 pas, une section assez étendue pour que la boîte produise à ces distances un effet de beaucoup supérieur à celui du boulet ; vers 500 pas l'effet est au maximum, et pour les balles de 3 à 6 onces, il est généralement proportionnel au nombre de projectiles contenus dans la boîte.

DISTANCE A LAQUELLE LE PROJECTILE PEUT ENCORE PRODUIRE DE L'EFFET.

Il importe de connaître la distance à laquelle les projectiles sont encore capables d'un effet suffisant, pour apprécier quand l'éloignement du but rend inutile l'emploi des armes de jet, ou pour se fixer sur le choix des calibres et l'espèce de bouches à feu.

On n'est pas d'accord sur la distance maximum à laquelle la balle du fusil peut encore occasionner des blessures dangereuses ; il paraît néanmoins que sous un tir élevé ce projectile est capable de mettre, à quinze cents pas, un homme hors de combat.

La portée maximum du mortier de 29 peut aller au delà de 3500 pas, et celle du mortier de 20 s'approche de 2000 pas ; avec le mortier de 13 la grenade peut être lancée à 1000 pas ; et, sur un terrain de niveau, l'on atteint difficilement à plus de 35 pas de distance avec la grenade à main.

Dans le tir à la forte charge de 2 kilogrammes, le mortier à boulets porte ses projectiles à 1000 pas ; pour le pierrier, la portée maximum atteint à peine 200 pas, et bon nombre de pierres tombent à 50 et 60 pas de la batterie : la bonne portée de ces bouches à feu est d'environ 200 pas avec la première, et 150 avec la seconde.

La plus grande distance à laquelle on peut lancer les balles à feu et à éclairer, avec les mortiers de 29 et de 20, est de 700 à 600 pas ; le mortier de 13 jette sa balle à 220 pas.

Il serait très-difficile de fixer la distance où s'arrêtent les effets des boulets. Cette distance dépend surtout du calibre, et l'augmentation des portées suivant leur diamètre est très-régulière : ainsi, avec la charge constante du tiers, la portée dans le tir parallèle croît régulièrement de 25 pas d'un calibre à l'autre, pour les canons de 6, 12, 18 et 24. A la distance du but en blanc, cet accroissement successif de la portée est de 50 pas entre deux calibres consécutifs ; et quand on tire à mitraille, si l'on passe d'un calibre au suivant, les augmentations de portée sont, aux mêmes distances, de 100 pas.

Quand le boulet roule sur le sol, il possède encore, à des distances de 2000 pas environ, assez de force pour renverser certains obstacles ; un boulet de 24 peut traverser la muraille d'un vaisseau de haut bord, situé à 800 pas de distance du point où il aurait touché sous 4° la surface de l'eau.

Sous un angle de projection de 42°, les boulets de gros calibre peuvent être portés à 4000 ou 5000 pas ; et à 3000 pas, les boulets de 36 et de 48 sont encore efficaces contre les bâtiments en marche.

Avec sa plus forte charge, c'est-à-dire 1¹/₂, et sous 10° d'inclinaison, l'obusier de siège porte d'un seul jet son projectile à 2430 pas ; il jette sa balle à feu ou à éclairer à 500 pas. L'obusier court de quinze atteint avec son obus à 2000 pas, et à 500 environ avec sa balle à feu ou à éclairer ; le plus grand angle de projection possible, avec l'obusier long de 15, ne permet point de porter de balle à feu au delà de 700 pas ; et tiré sous 7° d'inclinaison, l'obus, après avoir fait quatre ou cinq bonds, peut arriver à la distance de 2000 pas ; le premier bond ne dépasse jamais 500 pas. Les canons à bombe atteignent à 3000 pas et au delà.

Les boîtes à balles sont d'un bon emploi jusqu'à 600 ou

700 pas ; passé cette distance, il faut les remplacer par les shrapnels.

Il est permis de conclure par analogie, d'après les expériences faites en France sur les balles de fer forgé, que les balles des canons de 6, 12, 18 et 24 peuvent encore tuer un homme aux distances de 800, 900, 1000 et 1200 pas.

La grande vitesse du shrapnel de 12 étend ses effets jusqu'à 1800 pas environ.

CONCLUSION.

La dissertation qui précède pourra servir de guide dans l'appréciation d'une arme quelconque ; en remontant pas à pas l'échelle que nous venons de parcourir, on se formera une première opinion sur le degré de justesse de l'arme, sur sa probabilité d'atteindre et sur l'efficacité de son tir. L'épreuve du tir, à laquelle on procédera ensuite, servira de contrôle et viendra, s'il y a lieu, modifier le premier jugement. Quand il s'agira d'une arme portative, on ne négligera pas de s'assurer du nombre de coups qu'il est possible de tirer sans être obligé de la nettoyer.



LIVRE V.

ÉQUIPAGES D'ARTILLERIE.

CHAPITRE PREMIER.

VOITURES.

Le cheval sert de moteur pour le transport du matériel de l'artillerie; car, en agissant par traction, cet animal possède beaucoup plus de force que s'il est employé de toute autre manière; d'ailleurs l'expérience prouve qu'avec une faible dépense de force on vient à bout de transporter un fardeau placé sur des roues, alors qu'il eût fallu un effort beaucoup plus considérable si l'on avait traîné ou porté la charge à dos; il était donc naturel d'établir les machines destinées au déplacement des instruments de guerre, de manière à faire agir la puissance motrice par traction.

Ces diverses considérations et bien d'autres encore ont conduit à l'adoption des *voitures* pour le transport des bouches à feu et de leurs approvisionnements. Le fardeau est disposé sur

un *corps de voiture*, exhaussé par deux ou quatre *roues* assujetties à tourner autour d'un ou de deux *essieux* reliés à la voiture. Une roue est formée, en général, d'une *couronne* circulaire dont le centre est occupé par un *moyeu* évidé pour recevoir la *fusée d'essieu*, axe rigide de rotation de la roue; le moyeu est relié à la couronne au moyen d'un certain nombre de rayons nommés *rais*. Les roues transforment le *frottement de glissement* de chaque point d'appui sur le sol en deux autres beaucoup moindres : l'un de *roulement* sur le sol et l'autre de *glissement* de l'essieu dans le moyeu.

Il est utile d'étudier la théorie des voitures pour en déduire les principes de construction qui faciliteront le tirage ou le travail du moteur et les garantiront des accidents. Examinons en premier lieu une voiture à deux roues.

Principes de construction des voitures à deux roues.

On doit s'attacher à diminuer les résistances qui s'opposent au mouvement de la machine, afin d'augmenter la mobilité du système et de faciliter son tirage; les voitures doivent, en outre, être peu versantes, peu dispendieuses, à l'abri des accidents et construites de manière à permettre les changements de direction pendant la marche.

Le dernier cheval de l'attelage, soutenant seul la partie antérieure du système, doit également lui donner la direction; c'est pourquoi on le place entre deux leviers appelés *limons*, qui forment, avec la voiture, un système rigide; la construction du corps de voiture se modifie suivant la nature du chargement qui peut, ou rester sans inconvénient à découvert, ou exiger d'être mis à l'abri.

Supposons le cas général d'un semblable système, cheminant pour gravir une route d'une nature quelconque et inclinée d'un angle φ à l'horizon.

La solution de la question qui nous occupe nous oblige en-

core une fois à faire des hypothèses plus ou moins admissibles. Ainsi, nous supposerons l'essieu et les roues inflexibles; tout le système parfaitement symétrique des deux côtés de l'axe de la voiture; l'effort de traction et le centre de gravité situés dans le plan de symétrie, afin de charger également les roues; puis la fusée d'essieu et le vide du moyeu cylindriques, et d'un même rayon.

Remarquons d'abord que le centre de gravité du chargement doit être placé entre l'essieu et le point d'appui obligé de la partie antérieure de la voiture sur le dos du *cheval limonier* : de cette manière, quelle que soit la roideur de la pente à gravir, jamais la verticale, passant par ce centre de gravité, ne tombera au delà de l'essieu; s'il en était autrement, la voiture basculerait et soulèverait le cheval. Un troisième point d'appui de la voiture, pris sur le dos du cheval, est, au reste, nécessaire à la stabilité : le moteur porte donc une partie du fardeau, et les secousses éprouvées par la voiture, à la rencontre des obstacles du sol, lui sont transmises.

Désignons par a et b l'abscisse et l'ordonnée du centre de gravité, par rapport à deux axes parallèles et perpendiculaires au sol, le premier passant à une distance d de l'axe de l'essieu : d , étant la perpendiculaire abaissée de cet axe sur la direction de l'effort Q du moteur, que nous supposerons, pour plus de généralité, incliné de l'angle φ au sol.

L'effort nécessaire pour entretenir le mouvement de la voiture devra vaincre : 1° la composante parallèle au sol du poids de la voiture, agissant en sens contraire de l'effort de traction à cause de l'inclinaison de la route; 2° le frottement de glissement de l'essieu dans le moyeu, et 3° le frottement de roulement ou de deuxième espèce de la roue sur le sol.

L'essieu repose par sa génératrice inférieure dans le moyeu quand la voiture est en repos sur un plan horizontal; il ne conserve pas toujours la même génératrice de contact pendant la marche. En effet, le frottement de roulement de la roue

sur le sol étant, dans le cas d'un terrain dur, infiniment inférieur au frottement de glissement de l'essieu, il sera nécessairement vaincu avant que celui-ci ait été surmonté pour permettre à l'essieu de se porter en avant de la verticale du centre de la roue; celle-ci avancera donc la première et établira son point de contact avec l'essieu en arrière de la verticale : jouant ainsi le rôle d'un plan incliné, elle sollicitera le système tout entier au mouvement. Par conséquent, toutes les fois que l'effort à exercer pour mettre les roues en mouvement sera inférieur au frottement de glissement de l'essieu, son point de contact dans le moyeu se trouvera, pendant la marche, en arrière de la verticale, et, dans le cas contraire, c'est-à-dire quand la route offrira une grande résistance au roulement, le point de contact s'établira en avant de la verticale.

Cela posé, cherchons à déterminer l'effort de traction Q du moteur pour faire équilibre aux résistances, son effort perpendiculaire au sol pour résister à la portion P'' de la charge totale; qu'il supporte par suite du placement du centre de gravité de la charge en avant de l'essieu, et enfin la charge P' , normale au sol, de l'essieu. Évaluons d'abord le frottement de glissement de l'essieu dans le moyeu; il dépend de la nature des matières en contact et de la pression de l'essieu sur la roue.

Soit X cette pression, inclinée d'une manière quelconque à l'horizon, et f le coefficient du frottement qu'elle développe¹ : le frottement produit sera donc exprimé par $f X'$, X' étant la composante de la pression normale au vide du moyeu; R et r désigneront les rayons de la roue et de la fusée.

Ce frottement $f X'$ pouvant se mettre sous la forme $X \frac{f}{\sqrt{1+f^2}}$

¹ Ce coefficient de frottement, rapport du frottement à la pression, a été déterminé, par expérience, pour les différentes surfaces en contact; il est de 0,065 pour les essieux de fer tournant dans des coussinets de bronze graissés de saindoux, et de 0,07 à 0,08 quand les coussinets sont de fonte.

ou fX , si l'on pose $f' = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}}$, l'effort à dépenser par le moteur pour vaincre le frottement fX est représenté approximativement par la formule $f'X \frac{r}{R}$ ou par $f'P' \frac{r}{R}$, en supposant $X=P'$, hypothèse à fort peu près exacte.

Recherchons également l'intensité du frottement de roulement de la roue sur le sol, ou la variation de la résistance au roulement. Il dépend de la nature du terrain et de la profondeur de pénétration de la roue dans le sol; mais, ignorant la loi de résistance à la pénétration des différents milieux, l'influence exacte des pertes de force résultant de la rencontre des corps durs par les roues et de leur choc contre les pavés, on ne peut déterminer théoriquement le frottement de roulement. Coulomb conclut de ses expériences que cette résistance est assez bien représentée par la formule $A \frac{B}{R}$, dans

laquelle B représente la pression de la roue sur le sol, R son rayon et A un coefficient qui dépend de la nature du terrain.

M. le colonel Morin s'est livré à de nombreuses recherches pour déterminer, par expérience, ce coefficient A , relatif aux différentes espèces de voitures et aux variations de la nature du sol. Il a reconnu que, dans les terrains pénétrables, où les roues s'enfoncent plus ou moins, la formule empirique $A = a + \alpha (l' - l)$ kilogramme ¹ représente assez bien les résultats fournis par les expériences.

Dans cette formule, a est une constante qui représente la valeur de A correspondant à la plus grande largeur $l' = 0^m,225$ de bande des roues employées; l exprime la largeur de bande

• Dans le sable mêlé de gravier.	$a = 0,0612$ et $\alpha = 0,128$
Dans la terre molle.	$a = 0,0411$ " $\alpha = 0,068$
Sur un sol ferme, sec et recouvert de gazon.	$a = 0,0242$ " $\alpha = 0,045$
Sur une route en empierrement, couverte de	
$0^m,06$ de boue	$a = 0,0432$ " $\alpha = 0,018$

de la roue pour laquelle on cherche le coefficient A, et que l'on admet devoir être toujours supérieure à 0^m,09, largeur minimum des bandes en usage; enfin α un coefficient constant, mais variable avec la nature du sol. Ainsi l'influence de la largeur des bandes diminue à mesure que le terrain est moins compressible; par suite, l'avantage procuré par des bandes d'une grande largeur augmente avec la facilité de pénétration du sol, et, dans les terrains mous ou mobiles, la résistance au roulement est indépendante de la vitesse de la voiture.

Il n'en est plus de même sur un sol dur et inégal comme les routes empierrées ou les pavés; à chaque instant il se produit des chocs, et les cahots qui en résultent absorbent une partie de la vitesse de la voiture que doit restituer le moteur.

D'après les expériences de M. Morin, la quantité A est représentée dans ce cas par la formule $A = \gamma + \delta (V - 1)^2$, dans laquelle γ est une quantité constante qui exprime, en kilogrammes, la valeur de A, relative à la vitesse d'un mètre par seconde (à peu près celle du pas), variant selon l'espèce de voiture et selon la nature du sol; δ , coefficient numérique, varie dans les mêmes circonstances que γ , et V est la vitesse pour laquelle on veut calculer le coefficient A.

Suivant cette formule, à l'allure du pas, le coefficient A se réduit à γ .

Si le sol est trop uni pour que ses aspérités, en s'engrenant dans celles de la surface externe de la roue, parviennent à produire le mouvement de rotation, comme il arrive sur la glace,

Sur une route en cailloutage, avec le chariot		
d'artillerie	$\gamma = 0,0092$	$\delta = 0,003$
Sur une route sèche, entretenue avec de petits		
cailloux, et avec l'affût de siège	$\gamma = 0,01$	$\delta = 0,002$
Sur un pavé en grès et avec l'affût de siège.	$\gamma = 0,0066$	$\delta = 0,0057$
Sur une route sèche, avec des débris de maté-		
riels à la surface sur laquelle chemine le porte-		
corps	$\gamma = 0,013$	$\delta = 0,0025$

la voiture ne roulerait pas : elle glisserait à la manière des traîneaux. Mais alors, le frottement des pieds du cheval sur le sol est trop faible pour donner un point d'appui suffisant, capable de lui permettre de développer son effort de traction ; dans ce cas, il vaut mieux faire porter la charge à dos.

Occupons-nous de la solution du problème dont nous connaissons maintenant tous les éléments.

Les forces en présence, dont l'action se développe sur la voiture, sont : Q , l'effort de traction ; P le poids du chargement et du corps de voiture, p celui des roues ; P' , la partie du poids total supportée par l'essieu et dirigée perpendiculairement au sol, P'' , celle supportée par le cheval et appliquée sur son dos à la distance l de l'essieu ; enfin les deux frottements que nous venons de déterminer.

La force Q étant oblique au sol, sa composante $Q \cos \varphi$, diminuée de $(p+P) \sin \psi$, est la seule force dirigée dans le sens de la translation ; la composante $Q \sin \varphi$ vient en déduction de la force $(p+P) \cos \psi$, poids du système entier. Or, le travail du moteur devant être égal à la somme des travaux des résistances, si nous l'estimons quand la voiture aura cheminé de la longueur d'une circonférence de roue, nous aurons

$$Q \cos \varphi 2\pi R = (p+P) \sin \psi 2\pi R + f' X 2\pi r + A \frac{B}{R} 2\pi R,$$

ou

$$Q \cos \varphi = f' \frac{r}{R} X + A \frac{B}{R} + (p+P) \sin \psi ;$$

il reste à mettre dans cette formule pour X et B leur valeur.

Puisque la force X est la résultante de toutes les forces perpendiculaires et parallèles au terrain qui agissent sur le corps de voiture, nous aurons

$$X = \sqrt{P'^2 + (Q \cos \varphi - P \sin \psi)^2} :$$

car elles sont à angle droit ; et d'après le théorème de Poncelet, relatif aux valeurs approchées des radicaux de la forme

$$\sqrt{a^2 + b^2},$$

nous aurons

$$fX = f \{ \alpha P' + \beta (Q \cos \varphi - P \sin \varphi) \}.$$

La valeur de B est naturellement égale à l'intensité de la compression des roues sur le sol ou à $P' + p \cos \psi$; substituant ces valeurs de fX et B dans l'équation générale du travail, il vient

$$Q \cos \varphi = (p + P) \sin \psi + f \frac{r}{R} \{ \alpha P' + \beta (Q \cos \varphi - P \sin \varphi) \} + \frac{A}{R} (P' + p \cos \psi),$$

égalité qui contient encore P' d'inconnue.

Pour éliminer cette quantité, déterminons sa valeur; nous la trouverons facilement en posant les conditions d'équilibre du corps des voitures, c'est-à-dire, $P \cos \psi - Q \sin \varphi - P'' - P' = 0$, dans laquelle on néglige le frottement de l'essieu; P'' et P' sont ici des réactions égales aux forces et qui agissent en sens contraire.

Négligeant aussi le moment du frottement de la fusée d'essieu dans le moyeu, à cause de son faible bras de levier, nous avons pour la somme des moments

$$Qd + P \cos \psi a - P \sin \psi (b + d) - P''l = 0,$$

d'où

$$P'' = \frac{Qd + P \{ a \cos \psi - (b + d) \sin \psi \}}{l};$$

substituons cette valeur dans l'équation précédente, nous en tirerons la valeur de P' , qui, introduite dans l'équation générale des travaux, donne la valeur de Q, ou l'expression de l'effort de traction nécessaire pour entretenir le mouvement de la voiture.

Cette équation convient aussi au cas d'une descente, car il suffit de supposer $\sin \psi$ négatif. Si l'on introduit la même modification dans la valeur de P'' , cette formule sera aussi applicable à une pente descendante.

Par ce changement du signe de $\sin \psi$, le numérateur de l'expression de l'effort de traction pourrait devenir négatif; cela

indiquerait alors qu'au lieu de tirer la voiture, le moteur devrait la retenir; dans ce cas il faudrait enrayer une ou deux roues afin d'augmenter la résistance, en transformant le frottement de roulement des roues sur le sol, en un frottement de glissement.

Si le numérateur était nul, l'effort du moteur le deviendrait.

Nous obtiendrons les valeurs relatives au cheminement sur un sol horizontal, en supposant $\varphi=0$, d'où $\sin \varphi=0$ et $\cos \varphi=1$ dans les valeurs de Q et P' .

Quand les chevaux de l'attelage sont placés en file, la force Q représente l'effort transmis par les derniers traits à la voiture; elle exprime la somme des efforts des deux chevaux, s'ils sont placés de front.

Nous allons actuellement rechercher les principes de construction des voitures, pour diminuer autant que possible la fatigue des chevaux.

Sans influence quand on doit parcourir des terrains mous, la suspension du corps de voiture sur des ressorts est avantageuse lorsque le système est exposé à des cahotements brusques par la rencontre d'obstacles dans les terrains durs et raboteux : car de cette manière, le train supporte seul les pertes de force vive, et le corps de voiture ne fait qu'osciller entre les ressorts, qui lui restituent, par leur élasticité, toute la force vive dépensée contre eux.

La suspension est surtout favorable au moteur, à l'allure du trot; et sur une route raboteuse, elle produit une économie d'un tiers dans le tirage; c'est-à-dire que trois chevaux font le service de quatre.

La suspension préserve des cahots le chargement et en assure la conservation. Dans tous les cas, il importe de bien assujettir les différentes parties de la voiture pour les empêcher de s'entrechoquer.

L'influence des ressorts est peu sensible quand on marche au pas.

Sous le rapport de la conservation des routes, l'expérience

prouve qu'au trot une voiture suspendue ne dégrade pas plus les routes que ne le ferait une voiture non suspendue et du même poids allant au pas ; ainsi les voitures doivent être d'autant mieux suspendues qu'elles sont obligées de rouler plus vite.

Le rayon des roues figure au dénominateur de la valeur de l'effort de traction ; il est donc bien évident qu'on soulage le moteur en augmentant le rayon des roues, pourvu, toutefois, qu'on ne compense pas cette diminution de fatigue par l'accroissement de leur poids, p entrant au numérateur. Au reste, de l'examen de la valeur du frottement de roulement, résistance à vaincre par l'effort de traction, nous pouvions tirer la même conclusion : un grand rayon de roue permet de vaincre plus facilement le frottement de l'essieu. Les petites roues font un plus grand nombre de tours, elles exigent donc plus de graisse, usent plus fortement les essieux et les échauffent davantage.

Il est facile de démontrer directement plusieurs propositions relatives aux roues :

1° Les roues de grand rayon surmontent plus facilement les obstacles de la route, et si la hauteur de l'obstacle égalait le rayon de la roue, il faudrait nécessairement incliner l'effort de traction pour le franchir ;

2° Toutes choses égales, les grandes roues sont avantageuses pour sortir d'un mauvais pas, ou pour dégager une roue qui porte entre deux obstacles ;

3° Si une roue est engagée dans une excavation, elle exige de la part du moteur un effort d'autant moins soutenu que son rayon est plus grand, et souvent les petites roues ne peuvent franchir les fossés.

Une grande roue, étant aussi généralement plus lourde, augmente le frottement sur le terrain et, dans certaines limites, sollicite encore mieux le système à tourner.

Le rapport de la charge de l'essieu à l'effort F , nécessaire pour faire franchir un obstacle à une roue, est ordinairement désigné sous le nom de *puissance de la roue*. Pour évaluer ce

rapport, supposons qu'il s'agisse de surmonter une pierre d'une hauteur h ; quand la force F , multipliée par la perpendiculaire abaissée, sur sa direction, du point de contact de l'obstacle avec la roue, égalera le produit de la charge de l'essieu par la distance horizontale du même point de contact au rayon vertical de la roue, celle-ci sera sur le point de franchir la saillie h ; si nous substituons les valeurs, en fonction de h et de R , des bras de levier des forces F et P , par rapport au point de contact de

la roue, nous en tirerons la valeur $\frac{P}{F} = \frac{R \sin \theta}{\sqrt{2Rh - h^2}}$ du rapport

cherché, θ désignant l'angle formé par le rayon de la roue, mené au point de contact de l'obstacle, et la direction de l'effort F .

Le nom de puissance de la roue appartient bien à cette fraction : car, plus ce rapport est grand, plus la roue éprouve de facilité à surmonter les obstacles. La puissance est à son maximum

quand $\theta = 90^\circ$; son expression se réduit alors à $\frac{R}{\sqrt{2Rh - h^2}}$.

On démontrerait aisément que si l'effort agit horizontalement et si les obstacles sont d'une faible hauteur, les puissances de deux roues sont entre elles comme les racines carrées de leurs rayons, et que deux roues qui compriment également le sol exigent le même effort pour surmonter des obstacles dont la hauteur est en raison de leur rayon.

Nous pourrions encore nous livrer à une foule de spéculations de ce genre sur les roues; mais revenons à nos règles de construction des voitures.

Les grandes roues dégradent moins les routes, et pour le prouver, soit γ l'angle formé par la verticale du centre de la roue et le rayon mené à son point de contact avec un petit caillou d'une route en empièchement, par exemple; quand la roue rencontre la pierre, elle tend à la pousser en avant ou à l'enfoncer dans le sol; or, l'effort qui sollicite les matériaux au déplacement étant égal au produit de la pression de la roue par $\sin \gamma$, il augmente en raison directe de l'accroissement

de γ et en raison inverse du rayon de la roue. De même, sur un chemin pénétrable, la roue, poussant d'autant plus de terre devant elle que son rayon est plus petit, creusera une ornière plus profonde. Dans les mauvais chemins, les petites roues s'enfoncent jusqu'au moyeu, leur essieu laboure le sol, et le plus petit obstacle, pierre ou broussaille, l'arrête.

Observons toutefois que dans l'expression de l'effort

$$F = \frac{P}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{R} - \frac{h^2}{R^2}},$$

nécessaire pour faire franchir un obstacle à une roue, montre le terme $\frac{2h}{R}$ décroissant plus rapi-

dement que $\frac{h^2}{R^2}$ par suite d'un accroissement de R , la valeur

du radical subit des variations de moins en moins sensibles et s'approche de plus en plus de la nullité, à mesure que l'on augmente le rayon de la roue; il y a donc une grandeur limite de R , passé laquelle on n'obtient plus de décroissance notable dans l'effort de traction. MM. Migout et Bergery, vérifiant ce fait par expérience, ont reconnu qu'au delà du diamètre de 54 pouces environ l'effort F ne subit plus de variations sensibles par un accroissement du rayon de la roue. Celles des voitures du matériel d'artillerie ayant un diamètre de 1^m,45 à 1^m,46, leurs dimensions sont donc les plus favorables au tirage.

D'ailleurs, les chevaux auraient beaucoup de peine à retenir la voiture dans les descentes si le rayon des roues était assez grand pour élever l'essieu plus haut que leur poitrail. De plus, les grandes roues sont moins solides et plus versantes, et, à mesure qu'on augmente leur rayon, il faut augmenter leur poids, pour ne pas négliger les conditions de solidité convenable. L'expérience prouve qu'il ne faut pas dépasser un poids de 200^k pour les roues, si l'on ne veut fatiguer outre mesure le moteur.

Quand on se donne la nature du terrain par le coefficient A de la résistance au roulement, si l'on veut calculer le rayon

de la roue qui rend le tirage le plus facile, il suffit de remplacer, dans l'effort de traction d'une voiture, le poids p des roues par sa valeur en fonction de son rayon R , et de calculer la quantité R correspondant au minimum du numérateur de Q et au maximum de son dénominateur.

L'expérience confirme les résultats fournis par la théorie, et l'on peut admettre que l'effort à dépenser par le moteur est généralement proportionné à la charge de la voiture et qu'il décroît quand on augmente le rayon des roues. On pourra donc augmenter la charge d'une voiture sans changer la composition de l'attelage, si en même temps on agrandit le rayon des roues. Sur les pavés ou sur les routes empierrées, la résistance au roulement croît avec la vitesse de la marche; elle en est indépendante sur un terrain mou.

La quantité b n'entrant pas dans la valeur de l'effort de traction et de la charge à dos du cheval limonier, en terrain horizontal elle n'a aucune influence sur ces forces. Ainsi, quand une voiture n'est pas destinée à parcourir des pentes, il est indifférent, sous le rapport de la fatigue du moteur, d'élever plus ou moins le centre de gravité. Mais sur un terrain incliné, la verticale du centre de gravité passera d'autant plus facilement en arrière de l'essieu que le centre de gravité du système sera plus élevé, et la voiture verserait sur un terrain accidenté, si cette verticale tombait au delà du point d'appui de la roue la plus basse; d'après cela, on abaissera d'autant plus le centre de gravité que les roues seront moins écartées.

En examinant la valeur de l'effort de traction du moteur, on reconnaît que la charge P' , supportée par l'essieu, a une grande influence sur la fatigue du cheval : il y aurait donc lieu de diminuer cette charge. Pour cela, il faudrait augmenter la distance a du centre de gravité à l'essieu, l étant déterminée par la nature du service; mais, d'autre part, une augmentation de a fait croître dans la même proportion

la charge à dos du moteur : la valeur de a doit donc être comprise entre certaines limites. Les rouliers ont l'habitude de soulever les limons ou brancards pour juger de la charge à dos du limonier, et de les disposer sous l'inclinaison que leur donnera la plus forte pente à gravir, afin de s'assurer si la verticale du centre de gravité ne passe pas en arrière de l'essieu.

A une augmentation de la quantité d correspond une diminution de l'effort de traction ; mais, en même temps, la charge à dos du limonier augmente. On fera donc en sorte de tenir d assez petit et toujours positif.

Pour faciliter le tirage, l'inclinaison des traits doit être proportionnée à la grandeur du coefficient A de la résistance au roulement ; cela se comprend assez bien : quand les traits sont inclinés, le cheval peut, pour ainsi dire, soulever la voiture hors des ornières. Dans tous les cas, les traits seront établis de telle sorte qu'ils ne puissent jamais occuper une position en dessous de l'horizontale, même quand les chevaux abaissent l'avant-main pour donner un fort coup de collier ; sans cela, la pièce du harnachement qui donne attache aux traits serait soulevée, et on augmenterait le frottement de l'essieu précisément quand il convient de le réduire à son minimum, afin de retirer la voiture d'un mauvais pas.

On facilite le développement de l'effort de traction du cheval sur un sol glissant en plaçant le fardeau sur un traîneau ; de cette manière, les traits sont considérablement abaissés, et la partie du poids de la charge, employée à comprimer le cheval sur le sol, facilite le développement de son effort de traction.

Si l'on se proposait de calculer l'angle de traction qui rend l'effort du moteur un minimum, il faudrait évaluer la quantité φ correspondante au maximum du dénominateur de Q , c'est-à-dire différencier le dénominateur par rapport à φ . Exécutant ce calcul, on en déduit $\tan \varphi = \frac{A + rf'_\alpha}{R - rf'_\beta}$, ou, plus simplement, $\tan \varphi = \frac{A}{R}$. Cette valeur vient corroborer ce que

nous avons posé comme résultant de l'expérience, savoir : que l'angle φ doit être d'autant plus ouvert que la résistance au roulement est plus considérable et que le rayon des roues est plus petit.

La valeur de Q indique suffisamment que l'effort de traction et la fatigue du moteur croissent en raison de la roideur de la pente; $\sin \varphi$ et le terme $(p+P)$ qui en est affecté, augmentant avec l'inclinaison de la route.

La pression à dos du cheval limonier éprouve deux variations inverses; ainsi, tandis que le terme Qd augmente avec la roideur de la pente, le terme $Pa \cos \varphi$ diminue: le cosinus d'un angle diminuant quand augmente son ouverture. Par conséquent, la charge à dos du moteur peut être sur une montée, supérieure, égale ou inférieure à sa valeur en terrain horizontal. Dans le cas d'une descente, le sinus de l'angle φ devenant négatif, l'effort de traction décroît à mesure que la pente est plus roide. Mais il n'en est pas toujours ainsi de la pression à dos du limonier; car la diminution du terme Qd peut fort bien ne pas compenser l'augmentation du numérateur: de soustractif qu'il est, le terme $(b+d) \sin \varphi$ devenant additif; la pression à dos ira donc successivement en augmentant en raison de l'inclinaison de la pente, s'approchant toujours de sa valeur maximum, qu'elle atteindra au moment où l'effort de traction du moteur deviendra négatif, c'est-à-dire quand le cheval devra retenir la voiture pour modérer son mouvement.

Si les roues ne roulaient pas également bien, le limonier éprouverait, de la part des brancards, une action latérale; et la résistance au roulement des deux roues n'étant plus alors située dans la direction de l'effort de traction, il y aurait tendance à la rotation du système.

Une non-verticalité du plan de symétrie de la voiture, comme il arrive quand on chemine sur un sol déversé, occasionne également une pression latérale du limonier: la composante du poids, parallèle au terrain, comprimant le cheval du côté de la

roue la plus élevée, le limonier sera poussé par le brancard, s'il ne veut pas céder à la tendance au glissement de la voiture.

On entend par la *voie* d'une voiture l'écartement, d'axe en axe, des deux roues d'un même essieu. Elle ne doit pas être trop grande, sinon la voiture ne pourrait passer dans des chemins ou sur des ponts étroits : dans l'artillerie belge elle est la même pour toutes les voitures de campagne, et de 1^m,48. Aux voitures de siège elle est de 1^m,53. On a constaté qu'une voie de la hauteur des roues est la meilleure ; il faut lui donner, s'il est possible, les mêmes dimensions qu'aux voitures de paysans, afin de pouvoir suivre dans les mauvais chemins les ornières frayées : dans les Flandres, la voie usitée est celle de nos voitures d'artillerie de bataille, et elle varie de 1^m,43 à 1^m,71 dans les autres provinces.

On donne le nom de *tournant* à l'espace nécessaire pour exécuter un demi-tour : plus cet espace sera petit, moins il y aura de chemins qui ne permettront pas à la voiture d'exécuter un demi-tour ; il faut donc faire en sorte de réduire le tournant au minimum, et l'on dit que la voiture a un *grand tournant* quand cet espace est restreint. Une voiture d'un *petit tournant* peut verser, si, par maladresse, le conducteur tourne trop court ; et l'on comprend facilement qu'il y a telles circonstances où cet accident pourrait entraîner la perte de la voiture.

L'essieu reste toujours à angle droit sur la direction de la traction et les roues se placent perpendiculairement à l'essieu, parce que dans cette position les frottements sont moindres. Les roues décriront donc des courbes parallèles au chemin parcouru par le moteur, et par suite une voiture à deux roues peut tourner autour d'un point quelconque, à chaque moment le système pivotant instantanément autour d'un point situé sur la direction de son essieu.

La distance comprise entre le pivot, autour duquel s'exécute la conversion du système, et le point de la voiture qui en est le plus éloigné, porte le nom de *rayon du tournant* ; il détermine

le plus petit espace où peut tourner la voiture. Il y a cependant des circonstances où l'on peut tourner dans un espace moindre que la circonférence décrite par le rayon du tournant ; si, par exemple, le chemin n'est pas limité par des arbres, des talus ou des habitations, il suffit de considérer, pour le rayon du tournant, la distance des pieds de devant du cheval limonier au centre de rotation.

Si l'on désigne par l la longueur des brancards, par v la voie et par b la largeur du corps de voiture, le rayon du tournant est, dans le cas où l'une des roues sert de pivot, égal à $\sqrt{(\frac{1}{2}v + \frac{1}{2}b)^2 + l^2}$. D'après cela, on voit que l'espace nécessaire pour exécuter un demi-tour diminue avec la voie, la largeur du corps de voiture et la longueur des brancards ; en sorte que si l'on fait tourner la voiture autour du milieu de son essieu, le rayon du tournant sera un minimum, et aucune roue ne formant entonnoir dans le sol, le demi-tour s'exécutera facilement.

Quand on doit descendre une rampe avec une voiture, nous avons vu que, loin de tirer, le moteur peut être obligé de retenir ; il est convenable alors d'augmenter la résistance du système, afin de ralentir son mouvement. Le meilleur moyen pour y parvenir consiste à *enrayer*, c'est-à-dire à s'opposer à la rotation de l'une ou des deux roues, afin de transformer le frottement de roulement sur le sol en un frottement de glissement d'une intensité beaucoup plus considérable.

On conçoit aisément que la résistance opposée au cheminement de la voiture doit être proportionnée à l'inclinaison de la pente ; que si l'on ne veut pas user inégalement les roues, le point de la bande par lequel s'exerce le frottement sur le sol doit pouvoir être changé à volonté ; qu'enfin l'enrayage ou le désenrayage doit se faire avec promptitude et facilité, sans arrêter la voiture : cette condition implique une grande simplicité du mode d'enrayage ; il est d'ailleurs indispensable de l'établir solidement.

La nécessité d'enrayer se fera d'autant plus souvent sentir sur de faibles pentes que le poids de tout le système, celui des roues et leur rayon, seront plus considérables.

Les chevaux s'opposent instinctivement à l'accélération du mouvement des voitures lors des descentes en s'asseyant, pour ainsi dire, dans la partie postérieure du harnachement, afin de reporter leur centre de gravité vers la croupe et d'augmenter ainsi le frottement de leurs pieds de derrière sur le sol; ils se laissent alors pousser et glissent en s'arc-boutant des membres antérieurs.

Un seul mode d'enrayage s'approche de la perfection, c'est celui que l'on emploie pour les voitures du roulage. Il se compose d'une *traverse* de bois, terminée à ses extrémités par deux *plaques de frottement*; celles-ci sont pressées plus ou moins fortement contre les baudes, à l'aide d'une *vis à écrou* fixe.

L'essieu, axe de rotation des roues, résiste d'autant mieux qu'il est moins long; mais sa longueur doit être calculée sur la largeur du chargement de la voiture, et de manière à ne pas augmenter la voie au delà des limites fixées par les nécessités du service. Il réclame une grande solidité sous de faibles dimensions, car le frottement de l'essieu dans le moyeu doit être réduit au minimum, en diminuant à sa dernière limite le rayon r des fusées; cette considération a conduit à l'adoption du fer forgé pour fabriquer les essieux de l'artillerie. Le choix de ce métal procure, en outre, une économie de graisse, présente plus de facilité pour exécuter les épreuves de réception, et les essieux de fer ne se dégradent pas pendant la paix comme ceux de bois.

Les essieux de fer facilitent le tirage, en diminuant le frottement des fusées; comme la grande résistance du métal permet de réduire leur diamètre, ils n'exigent pas un moyeu d'aussi fortes dimensions, et, par suite, d'un aussi grand poids. Ainsi les essieux de fer diminuent l'inertie des roues.

Afin de faciliter son assemblage dans le corps d'essieu de

bois, destiné à répartir plus uniformément les percussions, on a donné au corps de l'essieu de fer une section rectangulaire. Cette forme simplifie la fabrication de l'essieu et lui procure une plus grande résistance; elle a été calculée, par expérience, de manière à présenter une solidité égale en chacun de ses points. Fatiguant davantage dans la partie qui supporte les flasques, sa section présente en cette région une plus forte épaisseur, et comme l'essieu reçoit, pendant le tir, les plus fortes percussions dans le sens horizontal, sa section droite a, vers le milieu, de plus fortes dimensions en largeur qu'en hauteur.

Les premières fusées étaient cylindriques, mais elles se brisaient souvent en leur point de jonction avec l'essieu; c'est pourquoi on les fit bientôt tronc-coniques. Ce solide offre, à égalité de poids, une plus grande résistance, surtout vers les épaulements où ses dimensions sont le plus fortes; le bras de levier moyen du frottement d'une fusée tronc-conique dans le moyeu est aussi plus petit que si elle était cylindrique; de plus, cette forme facilite le remplacement des roues et empêche le refoulement de la graisse vers les épaulements pendant l'opération; et l'axe des fusées étant établi dans le même plan vertical que celui de l'essieu, les roues restent parallèles à la direction du mouvement. Cependant une fusée tronc-conique tend, pendant la marche, à éloigner les roues de la voiture et à les presser contre l'esse.

On a incliné l'axe des fusées en dessous de celui de l'essieu; de cette manière, on augmente l'écartement des roues vers le haut, écartement qui laisse plus de place au chargement, et permet de s'approcher plus facilement de l'essieu pour les besoins du service. Au reste, l'axe de la fusée ne pourrait être horizontal, car l'essieu se trouvant dans le cas d'une barre flexible supportée par deux appuis, les fusées s'inclineraient vers le haut quand on placerait un fardeau sur la voiture; la roue tendrait alors à s'appuyer contre l'esse en glissant sur la surface conique de la fusée, augmenterait les frottements, et, par

suite, le tirage. Si l'on incline à l'avance les fusées en dessous de l'essieu, elles se redresseront quand la voiture sera chargée et conserveront une position horizontale pendant la marche; elles donneront, en outre, un certain jeu aux roues, et leur permettront ainsi de se porter d'elles-mêmes un peu à droite ou à gauche pour éviter les obstacles de la route, circonstances favorables au tirage.

Les fusées ne peuvent avoir beaucoup de jeu dans les moyeux, sinon elles sont exposées à se briser par les chocs dans des chemins pierreux, et à faire dévier les roues de la direction du mouvement. *Mettre l'essieu à la voie*, c'est donner aux fusées l'inclinaison convenable. Dans nos essieux, les axes des fusées sont inclinés de $2^{\circ} \frac{1}{2}$ environ sur celui de l'essieu, et leurs génératrices inférieures sont dans le prolongement du dessous de l'essieu.

La longueur des fusées est proportionnée à celle des moyeux; on sait par expérience qu'une longue fusée tient mieux la graisse. L'application d'un corps gras sur la fusée d'essieu diminue considérablement le frottement et facilite le tirage.

Comme conclusion de cette dissertation, nous voyons que les roues jouent le plus grand rôle dans les questions de traction; elles sont de véritables machines; on doit donc s'appliquer à les construire avec le plus grand soin.

Les conditions d'une bonne roue se déduisent facilement de la théorie précédente; néanmoins, énumérons-les, et voyons de quelle manière les roues sont établies dans l'artillerie belge.

La première qualité des roues, c'est la légèreté; car il faut diminuer, autant que possible, la masse à mettre en mouvement; et les grandes fatigues que supportent les roues pendant la marche obligent de les construire très-solidement. Par suite, la roue sera faite de bois et de fer, afin de réunir ces deux conditions.

Jusqu'à présent, nous avons admis, par hypothèse, que les roues sont inflexibles; mais en cela, nous nous éloignons beau-

coup de la vérité; au reste, des roues inflexibles, favorables au tirage théorique, seraient d'un très-mauvais service dans la pratique, car les chocs continuels qu'elles éprouvent, tant de la part du chemin que de celle de l'essieu, les détruiraient bientôt si elles ne jouissaient d'une certaine élasticité, qui leur permet de revenir à leur forme primitive quand la force a cessé d'agir.

La composition générale de la roue lui procure déjà plus de flexibilité que n'en aurait un simple plateau non évidé; de plus, en donnant aux rais une *pente* déterminée par l'*écuaneur*, on a augmenté sa flexibilité et sa résistance, quand elle parcourt un chemin accidenté ou raboteux.

On entend par *écuaneur* la distance du plan extérieur des jantes, formant la couronne de la roue, au devant des mortaises pratiquées dans le moyeu pour recevoir les rais. La flexibilité résultant de cette inclinaison des rayons de la roue affaiblit les chocs et répartit leur action sur la totalité des rais; sans cette disposition, les deux rais inférieurs supporteraient seuls l'intensité des chocs. Si une roue tombe dans une excavation de la route, et place ainsi la voiture dans une position déversée, le rais inférieur devenant vertical par suite de l'existence de l'*écuaneur*, il est mieux à même de résister aux chocs produits par la chute de la roue et de supporter le poids de tout le système, qui pèse alors sur une seule roue. Par la forme conique que l'*écuaneur* donne à la roue, toutes les parties de la couronne deviennent solidaires les unes des autres et sont arc-boutées par les rais contre la pression des ornières, qui agit du dehors au dedans; toujours pressés dans le même sens vers le moyeu, les rais ne peuvent jouer dans leurs mortaises et sont moins sujets à la dislocation. Enfin, la force des roues est augmentée, car elles s'étaient réciproquement. Les voitures destinées à marcher à grande vitesse exigent des roues plus flexibles qui doivent avoir plus d'*écuaneur*.

Sur une belle route horizontale, l'*écuaneur* est nuisible,

car il fait porter le rais à faux. Aussi, les rais sont-ils plus exposés à éclater vers leur encastrement dans le moyeu quand leur pente est forte, et surtout si la route est bombée; car elle joue alors le rôle d'un coin pour écarter la partie inférieure des roues, et agit à l'extrémité du rais, pour le rompre près du moyeu, avec une intensité mesurée par le produit du demi-poids du fardeau, et du sinus de l'angle du rais avec la verticale multiplié par le rayon de la roue.

L'écuaneur tend aussi à éloigner les roues pendant le mouvement, à les presser contre l'esse, et augmente l'effort du tirage en donnant à la roue une flexibilité qui permet son aplatissement; enfin, dans les chemins boueux, les rais augmentent la largeur des ornières par suite de leur pente. L'inclinaison des fusées d'essieu atténue, en partie, les inconvénients de l'écuaneur sur une route horizontale; elle rapproche, en effet, le rais inférieur de la normale au sol, et fait porter le poids du fardeau sur la roue inférieure quand la voiture est déversée.

Puisque trop d'écuaneur peut être nuisible, la pente des rais sera réglée d'après la nature du terrain à parcourir; très-faible en pays de plaine, elle sera plus grande dans les localités montagneuses. En Belgique, on a adopté une pente moyenne de 7° , soit $0^m,07$ à $0^m,075$ d'écuaneur.

Si le centre de gravité du système était placé en dessous de la voiture, il faudrait, pour rapprocher le rais le plus bas de la verticale en terrain déversé, donner aux rais une pente en sens contraire, telle que le sommet de la surface conique de la roue fût placé extérieurement.

La *couronne* de la roue ne peut être d'une seule pièce, car elle présenterait trop peu de solidité, le bois étant contre-taillé dans presque tout le pourtour de la roue. Pour éviter cet inconvénient, elle a été formée de six jantes réunies deux à deux.

Cette disposition contribue à augmenter la flexibilité de la

roue et assure sa durée, puisque les chocs, répartis sur plusieurs pièces de bois, ont moins d'effet que s'ils agissaient sur une pièce unique.

Pour garantir les jantes de l'usure et de la dislocation, elles sont couvertes d'un *cercle* de fer, assujéti sur le milieu de chaque jante par une *cheville* avec *écrou* et *rosette*. Le cercle donne plus de solidité à la roue que les *bandes* employées anciennement, lui conserve mieux sa forme et répartit les chocs sur toute la couronne.

La largeur des *jantes* dépend de la nature du terrain à parcourir habituellement. Or, les voitures d'artillerie doivent pouvoir traverser des terres labourées, des chemins souvent très-dégradés et boueux, en un mot, toute espèce de terrain. C'est pourquoi nous donnons aux jantes assez de largeur pour empêcher la roue de faire de profondes ornières, ou de se loger dans les interstices des pavés; la largeur du cercle est fixée à 0^m,07 pour le matériel de campagne, à 0^m,10 pour celui de place et à 0^m,11 pour les affûts de siège. L'expérience prouve que, sur les pavés ou les chemins en empierrement, la fatigue du moteur est à peu près indépendante de la largeur du cercle quand elle varie entre 0^m,08 et 0^m,10.

Une grande largeur est favorable à la conservation des routes, car elle répartit la pression de la roue sur une surface plus étendue. Cependant si l'on chargeait une voiture en raison de la largeur du cercle, les roues à cercles étroits dégraderaient moins les chemins. D'ailleurs le cercle ne peut avoir plus de 0^m,11 de largeur; sans cela, en passant d'un pavé sur l'autre, la roue prendrait un mouvement de ballottement qui dégraderait beaucoup les routes, et ferait entre-choquer les parties du chargement.

L'épaisseur du cercle varie de 25 à 15^{mm} : celle-ci a été donnée aux roues d'affûts de 6 de campagne.

La surface extérieure du cercle est légèrement conique,

pour éviter le frottement des circonférences extrêmes sur le sol, qui résulterait de l'inclinaison de l'axe des fusées.

Les jantes sont reliées entre elles au moyen de *goujons* en bois, qui pénètrent de 7^{mm} dans chaque jante, et sont placés vers la circonférence externe de la couronne; afin de resserrer les fibres du bois, deux *clous rivés* avec *contre-rivures* traversent l'extrémité de chaque jante, à côté du joint et au-dessous des goujons. La face externe de la jante est verticale; la face interne, établie dans le prolongement de la surface conique formée par les rais, est inclinée sous 7°; la section de la jante a la forme d'un trapèze, dont la grande base, située à l'intérieur de la roue, est égale à la hauteur.

Deux *rais* droits relient chaque jante au *moyeu*, en fonte de fer et d'une seule pièce. Au milieu de la largeur du moyeu, on a ménagé douze *mortaises*, en nombre égal à celui des rais : le fond de ces mortaises aboutit à quelques millimètres de la cavité ménagée dans la boîte de la roue pour retenir la graisse.

Le rais doit être totalement privé de jeu; sa *patte* est reçue dans la mortaise du moyeu, et sa *broche* dans la jante, percée d'outre en outre à cet effet. Il importe donc de le faire d'un bois très-fibreux, afin qu'il n'éprouve pas de retrait dans le sens de sa longueur. La force qui tend à briser le rais vers sa *patte* agissant suivant les plans méridiens de la roue et avec un bras de levier égal à la longueur du rais, on a conservé à la *patte* toute la largeur de la pièce; son épaisseur est un peu diminuée, de manière à former des *épaulements* pour appuyer le rais sur le moyeu, et empêcher la pourriture du bois en s'opposant à l'infiltration des eaux. La flexion du rais, par suite des chocs qui aplatissent le cercle, tend à rapprocher la *broche* de la *patte*, et oblige de l'établir plus solidement à l'intérieur, c'est-à-dire du côté de la voiture, qu'à l'extérieur. Dans ce but, on lui a donné une section courbe plus large qu'épaisse, et terminée par une espèce de pointe à l'extérieur :

cette forme permet de le saisir facilement dans la main, condition nécessaire pour la manœuvre.

Pour faire pénétrer la broche cylindrique d'équerre dans la jante, il a fallu légèrement contre-tailler cette partie du rais; les *épaulements* ménagés tout autour de la broche maintiennent parfaitement le rais dans la jante, et empêchent tout mouvement de flexion ou de torsion. La solidité de la broche augmente avec la largeur de la jante, car plus celle-ci est grande, moins il faut contre-tailler le rais.

Le retrait, conséquence de la dessiccation des jantes, diminue leur longueur; quand cet effet se produit, les rais tendent à se désassembler; dès lors, un rais disjoint ne pouvant plus être considéré comme parfaitement élastique et capable de restituer le travail employé à sa déformation, la roue occasionne un plus grand tirage; aussi faut-il la réparer quand le cercle ne serre plus la couronne. Cette opération s'appelle le *châtirage* de la roue: pour cela, il faut enlever le cercle, le recouper de la partie excédante qui l'empêche de s'appuyer sur tout le pourtour des jantes, le ressouder ensuite et recercler de nouveau.

Le châtirage produit une augmentation de l'écuanteur et une plus grande fatigue du moteur; il précipite donc les dégradations de la voiture et modifie la grandeur de la voie: ainsi l'on doit éviter autant que possible de châtrer les roues. Les roues cerclées sont les plus difficiles à châtrer.

Le bas prix de la fonte et sa grande solidité ont déterminé l'adoption de ce métal pour la fabrication des moyeux; de cette manière ils ne sont point sujets au rétrécissement; mais comme ils sont plus durs que la fusée d'essieu, ils l'exposent à de promptes dégradations: cependant, si l'on a soin de bien graisser les fusées, un moyeu de fonte ne les use guère plus promptement que s'il était garni d'une boîte de bronze.

L'existence d'un écuanteur exige une longueur de moyeu suffisante pour placer le point d'appui de la fusée dans la di-

rection de la réaction du sol ; il semblerait que, cette condition remplie, la longueur du moyeu est indifférente, le frottement étant indépendant de l'étendue des surfaces en contact. Cela est parfaitement vrai en terrain horizontal, mais quand la voiture est placée sur un terrain déversé, ou si, par un long service et sous l'action de fortes charges, les rais se sont plus fortement inclinés sur le moyeu, il en est autrement. La résultante de la réaction du sol s'approchera d'autant plus du bout du moyeu que le terrain sera plus déversé ou que les rais seront plus inclinés ; or, quand elle est dirigée au dehors du moyeu, la fusée ne porte plus sur celui-ci que par deux points, l'un, à la partie supérieure vers l'épaulement de l'essieu, et l'autre, à la partie inférieure vers le petit bout. Dans cette position du moyeu, par rapport à la fusée, la graisse est sans aucun effet, les extrémités du moyeu s'usent considérablement et l'esse peut même être rodée par le petit bout de celui-ci : le rapport du frottement des essieux à leur pression atteint quelquefois dans ce cas 0,20 ou 0,25. Cet effet se produit d'autant plus facilement que le moyeu est plus court ; il est donc utile de lui donner assez de longueur, sans toutefois excéder une certaine limite, afin de ne pas restreindre la faculté de passer par des chemins étroits et encaissés : et l'on s'est arrêté à une longueur de 0^m,33, qui a paru convenable sous tous les rapports.

Tout ce que nous avons dit relativement aux matériaux de construction des affûts et aux détails de construction, est directement applicable aux voitures.

Principes de construction des voitures à quatre roues.

Si le fardeau à transporter ne peut être divisé ou s'il est trop considérable pour être placé sur une voiture à deux roues, il faut nécessairement le mettre sur un système à quatre roues. D'ailleurs, ayant alors quatre points d'appui sur le sol, il gagne

en stabilité : car une voiture à quatre roues, de même voie qu'une à deux roues et dont le centre de gravité du chargement serait placé à même hauteur au-dessus du sol, est moins versante. En effet, le seul obstacle opposé au versement d'une voiture à deux roues, placée sur un terrain déversé, c'est le frottement des parties du harnachement sur le dos du limonier ; mais pour une voiture à quatre roues, comme le plus souvent un seul train tend à verser par suite des obstacles rencontrés par une de ses roues, l'inertie de l'autre train empêchera l'accident.

Les voitures à quatre roues peuvent porter un plus fort chargement, car elles ne sont plus retenues par un seul cheval dans les descentes, et les chevaux de derrière n'ont pas à porter une partie de la charge, le second essieu rendant ces chevaux indépendants du fardeau ; leur tirage est aussi plus facile, comme le prouve l'expérience, et un fardeau entraîné sur quatre roues dégrade moins les routes. Ce dernier avantage, parfaitement constaté par expérience, s'explique facilement en remarquant que si la charge totale est répartie sur quatre points d'appui, chacun d'eux doit moins fatiguer la route que s'il la comprimait avec une intensité double : cette considération est importante quand on doit conduire de longs convois. Enfin, les voitures à quatre roues sont moins ballottées par le passage des roues d'un pavé sur l'autre.

Pour étudier convenablement les équipages d'artillerie, nous examinerons d'abord, comme nous l'avons fait à l'occasion des affûts, les conditions générales applicables à toutes les voitures, sous réserve d'ajouter plus tard les conditions particulières au service spécial auquel on les destine.

La première condition de toutes les voitures étant la mobilité, si l'on veut qu'elles répondent à l'objet de leur emploi, ces machines doivent être d'un tirage facile ; mais cette condition serait très-imparfaitement remplie si la facilité de tirage était obtenue en occasionnant des blessures ou une grande gêne aux chevaux de l'attelage.

Les conditions de mobilité impliquent celles de légèreté. Rappelons-nous que, pendant la campagne de Russie, l'oubli de cette prescription mit l'empereur dans la dure nécessité de faire brûler, à Vilna, ses *chariots Marlborough*, après les avoir cependant conduits à plus de sept cents lieues de la France; parce que, à cause de leur grande pesanteur, ils ralentissaient la marche de l'armée.

Pour parcourir de mauvais chemins, souvent défoncés et parsemés d'obstacles, les deux trains doivent être indépendants l'un de l'autre; et les circonstances de la guerre ou les sinuosités des routes obligeant souvent d'opérer des contre-marches ou des changements de direction, si les voitures ne pouvaient tourner court, l'artillerie se prêterait difficilement aux manœuvres et serait exposée à tomber au pouvoir de l'ennemi, comme il est arrivé à deux batteries, qui, dans l'impossibilité d'exécuter un changement de direction à angle droit pour suivre leur seul chemin de retraite, furent prises par l'ennemi à la bataille du 6 germinal an VII de la première république française.

Il faut surtout mettre les voitures à l'abri des accidents, car les chemins sont parfois fortement déversés; les voitures sont alors très-inclinées de côté, et si leur construction les rendait versantes, on serait exposé à de grands inconvénients. On ne doit cependant pas donner aux voitures une voie trop considérable, si l'on ne veut pas, comme l'armée française en 1813 en Saxe, être obligé d'élargir les chemins pour permettre au matériel de les franchir. De plus, il se présente souvent en pays accidenté des pentes rapides qui obligent de donner aux voitures des moyens d'enrayage, afin qu'elles ne soient pas sujettes à précipiter leur mouvement et à rendre impuissants les efforts des attelages; ainsi l'on ne verra pas se renouveler le désastre arrivé le soir de la bataille de Novi, où l'armée française fut contrainte d'abandonner à l'ennemi 200 bouches à feu avec tous

leurs approvisionnements, par suite de la chute des attelages des premières voitures d'une colonne, qui, descendant une pente très-roide, entraînèrent les chevaux et les culbutèrent.

Le corps de voiture doit naturellement être disposé de manière à porter convenablement son fardeau. On s'attachera, le plus possible, à adopter un seul système de construction pour toutes les voitures, et un modèle unique pour toutes les pièces affectées aux mêmes fonctions; de cette manière, les différents services de l'artillerie et les diverses parties d'un même service se prêteront un mutuel secours. La plus grande simplicité dans les constructions permettra, dans le passage des montagnes, de désassembler les voitures pour les transporter à dos et de les réassembler ensuite en peu de temps, si les circonstances l'exigent¹. On s'efforcera donc d'affecter le même modèle d'avant-train, de roue, d'essieu, de timon, d'arrière-train, de brancard, etc., pour les faire servir indistinctement à toutes les voitures; et l'on fera en sorte qu'une simple modification des coffres suffise pour les rendre propres au transport d'un chargement quelconque.

Les voitures à quatre roues sont formées de deux trains : l'*avant-train* donne attache à l'attelage, transmet l'effort du moteur à la voiture et porte le *timon*, levier destiné à diriger le système dans les changements de direction; l'*arrière-train* reçoit la majeure partie du chargement.

Une *cheville ouvrière*, engagée dans une *lunette* fixée au corps de voiture, forme l'articulation des deux trains. Quand le corps de voiture recouvre en partie l'avant-train qui porte à sa partie postérieure la cheville ouvrière, placée sur une

¹ Au passage du Grand Saint-Bernard, en 1800, par l'artillerie française, on éprouva de grandes difficultés pour réassembler les affûts tirés des ateliers du commerce, tandis que ceux construits dans les arsenaux, d'après les tables, ne causèrent pas le moindre embarras.

pièce de contre-appui, prolongement du timon, la voiture est dite à *contre-appui*. Cette dénomination lui vient de ce que l'extrémité du corps de voiture, exerçant une pression sur une pièce circulaire disposée au-dessus de l'essieu d'avant-train, soutient horizontalement le timon et dispense de le faire porter par les chevaux; la pression sur la pièce de contre-appui ne doit jamais être assez forte pour soulever la partie antérieure de l'avant-train.

Les voitures qui n'établissent qu'un seul point de réunion entre les deux trains, au moyen d'un *crochet-cheville ouvrière* et d'une lunette, laissant ainsi au timon la liberté de s'abaisser, sont désignées sous le nom de *voitures à support*, attendu que le timon doit alors être porté par les chevaux et maintenu horizontalement au moyen du *support de timon*, pièce destinée en même temps à faire porter par les chevaux le poids de la partie antérieure de l'avant-train. Les voitures à support jouissent d'une plus grande indépendance de train et conviennent aux équipages de campagne; leur avant-train doit, pour cette raison, porter des munitions disposées dans un coffre. On aurait pu, dans ces voitures, équilibrer le timon, en augmentant la pression du point d'appui de l'arrière-train sur l'avant-train; mais alors le timon serait tantôt élevé au-dessus des chevaux, tantôt fiché dans le sol en terrain raboteux ou accidenté, et on ne pourrait enlever une partie du chargement de l'avant-train ou l'augmenter, sans rompre l'équilibre.

Dans les deux espèces de voitures, la réunion des trains devait nécessairement se faire au moyen d'un axe vertical, autour duquel peuvent tourner les deux essieux; sans cela le tournant serait très-restreint, et dans les changements de direction, l'arrière-train devrait suivre l'avant-train en faisant glisser ses roues sur le sol, d'où résulterait un grand frottement.

Toutes choses égales, le tirage ou le charroi d'une voiture sera d'autant plus facile, qu'il exigera un plus faible effort de traction de la part du moteur; commençons donc par évaluer

analytiquement l'effort de traction nécessaire pour continuer le mouvement des voitures à quatre roues. Nous traiterons le cas d'une route horizontale, afin de simplifier nos équations.

On facilitera le tirage et l'on donnera plus de stabilité à la voiture en plaçant le centre de gravité de la charge totale entre les deux essieux : de cette manière il y a moins de chance de versement, et les quatre roues se partagent la charge. Quant au centre de gravité de l'avant-train, il doit être placé en avant de l'essieu pour faire une espèce d'équilibre au poids de l'arrière-train, pesant de l'autre côté de l'essieu, et nous verrons plus loin que cette position du centre de gravité contribue à donner de la stabilité au timon des voitures à contre-appui.

Les relations trouvées entre les forces qui agissent sur les voitures à deux roues subsistent pour chaque train d'une voiture à quatre roues : l'avant-train joue ici le rôle de moteur vis-à-vis de l'arrière-train. Soit Q l'effort de traction de l'attelage, φ l'inclinaison de sa direction par rapport à l'horizontale, et d la distance de cette ligne de traction à l'essieu de l'avant-train ; P le poids de l'avant-train, a la distance de son centre de gravité à l'essieu ; p le poids des deux roues d'avant-train, R leur rayon ; P' , la pression provenant de l'arrière-train, supportée par la pièce circulaire placée au-dessus de l'essieu d'avant-train ; p'' la pression exercée sur la pièce de contre-appui de l'avant-train, et c la distance horizontale de son point d'application à l'essieu du même train ; P' représentant, comme aux voitures à deux roues, la pression normale au sol supportée par l'essieu d'avant-train et qui provient du poids total du système diminué de celui des roues.

Pour l'arrière-train, représentons par Q , l'effort horizontal transmis par l'avant-train et en vertu duquel il chemine ; par d , la distance de la direction de cette force à l'essieu d'arrière-train. Désignons de même par P , le poids total de tout le système moins celui des quatre roues, et par a , la distance horizontale du centre de gravité de la masse totale à l'essieu

de l'arrière-train; donnons à P' , p , R , les mêmes significations pour l'arrière-train qu'à P' , p , R de l'avant-train, et soit l , la distance des deux essieux.

L'arrière-train, considéré isolément, constitue une voiture à deux roues sollicitée à se mouvoir sous l'action d'un effet Q ; nous aurons donc, comme précédemment, pour l'équation des travaux,

$$Q, 2\pi R_1 = f X, 2\pi r + A, \frac{B_1}{R_1} 2\pi R_1,$$

X , et B , représentant encore : l'une, la résultante de toutes les forces qui agissent directement sur l'arrière-train; l'autre, la force de compression des roues sur le sol; or,

$$X_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2} = \alpha_1 P_1 + \beta_1 Q_1 \quad \text{et} \quad B_1 = P_1 + p_1,$$

d'où

$$Q_1 = f \frac{r}{R_1} \left(\alpha_1 P_1 + \beta_1 Q_1 \right) + \frac{A_1}{R_1} \left(P_1 + p_1 \right).$$

équation dans laquelle il faut remplacer P' par sa valeur, tirée des conditions d'équilibre de l'arrière-train. Prenant à cet effet la somme des forces verticales

$$P_1 - P''_1 - p'' - P'_1 = 0,$$

P''_1 , p'' , P'_1 , désignant des réactions; et l'équation des moments par rapport au centre de l'essieu, ou

$$Q, d_1 + P, a_1 - P'_1 l_1 - p'' (l_1 - c) = 0,$$

de celle-ci nous tirons

$$P''_1 = \frac{Q, d_1 + P, a_1 - p'' (l_1 - c)}{l_1},$$

qui, substitué dans la précédente, nous permet d'en tirer

$$P'_1 = P_1 \frac{l_1 - a_1}{l_1} - Q_1 \frac{d_1}{l_1} - p'' \frac{c}{l_1},$$

et en définitive

$$Q_1 = \frac{f r \alpha_1 \left(P_1 \frac{l_1 - a_1}{l_1} - p'' \frac{c}{l_1} \right) + A_1 \left(p_1 + P_1 \frac{l_1 - a_1}{l_1} - p'' \frac{c}{l_1} \right)}{R_1 + A_1 \frac{d_1}{l_1} + r f \left(\alpha_1 \frac{d_1}{l_1} - \beta_1 \right)},$$

pour l'effet transmis à l'arrière-train.

Renouvelant, par rapport à l'avant-train, considéré isolément, les mêmes raisonnements et les mêmes calculs, nous obtiendrons

$$Q \cos \varphi = Q_1 + f' \frac{r}{R} \left\{ \alpha P' + \beta (Q \cos \varphi - Q_1) \right\} + A \frac{P' + p}{R}$$

$$p'' = \frac{Qd - Q_1 d_1 + Pa}{c}$$

$$P' = P \frac{l_1 + a}{l_1} + P_1 \frac{a_1}{l_1} - Q \left(\sin \varphi - \frac{d}{l_1} \right)$$

et remplaçant p'' par sa valeur dans celle de P' , trouvée plus haut,

$$P' = P_1 \frac{l_1 - a_1}{l_1} - P \frac{a}{l_1} - Q \frac{d}{l_1}.$$

Si l'on substituait la valeur de P' dans l'expression de l'effort de traction Q et que l'on mit pour Q_1 sa valeur déjà trouvée, on arriverait à une expression très-compiquée de l'effort de traction nécessaire pour entretenir le mouvement de la voiture. Il est inutile de résoudre cette formule pour évaluer l'effort à développer par l'attelage, car on le détermine beaucoup plus exactement par expérience, au moyen d'un dynamomètre ou mieux à l'aide d'un appareil très-ingénieux employé par le colonel Morin.

Recherchons de même l'intensité des différentes forces développées dans une voiture à support quand elle chemine sur un terrain horizontal.

Le timon devant être soutenu, il faudra introduire dans les calculs une nouvelle force P'' , normale au sol et agissant à une distance l de l'essieu d'avant-train : cet effort est développé par l'encolure des chevaux de timon et par l'intermédiaire de leurs pièces de harnachement, auxquelles le *support du timon* prend attache. D'autre part, comme l'arrière-train n'a qu'un seul point de commun avec l'avant-train, la pression P'' , n'existe plus. A cela près, nous pouvons conserver toutes les notations

précédentes, et, en suivant la même marche, nous obtiendrons successivement pour l'arrière-train,

$$p'' = \frac{Q_1 d_1 + P_1 a_1}{l_1 - c}$$

$$P' = P_1 \frac{l_1 - a_1 - c}{l_1 - c} - Q_1 \frac{d_1}{l_1 - c}$$

$$Q_1 = \frac{f' r \alpha_1 P_1 (l_1 - a_1 - c) + A_1 \{ p_1 (l_1 - c) + P_1 (l_1 - a_1 - c) \}}{R_1 (l_1 - c) + A_1 d_1 + r f' \{ \alpha_1 d_1 - \beta_1 (l_1 - c) \}},$$

et pour l'avant-train :

$$Q \cos \varphi = Q_1 + f' \frac{r}{R} \left\{ \alpha P' + \beta (Q \cos \varphi - Q_1) \right\} + A \frac{P' + p}{R}$$

$$P' = P - Q \sin \varphi - P'' + \frac{Q_1 d_1 + P_1 a_1}{l_1 - c},$$

$$P'' = \frac{1}{l} \left(Q d + P a - Q_1 d_1 - c \frac{Q_1 d_1 + P_1 a_1}{l_1 - c} \right);$$

puis finalement, en remplaçant P'' et Q_1 par leur valeur dans celle de Q , nous arriverions à l'expression de l'effort de traction cherché : P représente dans ces formules le poids du corps d'avant-train et de son chargement.

L'expérience prouve que, suivant la nature du sol, la largeur des bandes de roue, la grandeur du rayon des roues, et l'espèce de voiture, l'effort du moteur nécessaire pour entretenir le mouvement varie du 25° au 90° du poids transporté, et que, pour ne pas dégrader promptement les routes, la charge ne peut dépasser 3500 à 4000 kilogrammes par train : en temps de pluie, la charge devra nécessairement être plus faible.

Discutons actuellement les valeurs de l'effort de traction et de la charge des chevaux ; recherchons l'influence des différentes dimensions inhérentes au mode de construction de la voiture, sur le tirage et la fatigue des chevaux, afin d'établir la voiture de manière à diminuer l'un et à soulager les autres.

Mais avant d'entrer dans cette discussion, examinons s'il est avantageux de monter les voitures sur plus de quatre roues.

MM. Migout et Bergery, s'appuyant sur de nombreuses expériences faites en Angleterre, pensent que la facilité du tirage d'une voiture croît avec le nombre des roues ; le colonel **Morin** est d'avis que sur les routes ordinaires et bien entretenues, la résistance au tirage est indépendante du nombre des roues ; l'opinion de **M. Dupuit** concorde avec celle des premiers auteurs cités. Quoi qu'il en soit, si l'on compare les voitures à deux roues et à quatre roues d'un même poids, il est parfaitement constaté qu'un fardeau donné sera plus facilement transporté sur une voiture à quatre roues que sur une à deux roues ; mais relativement à l'avantage d'un plus grand nombre de roues, il y a doute : on sait seulement que les voitures à six roues sont favorables à la conservation des routes.

Nous avons surabondamment démontré l'utilité des grandes roues pour faciliter le tirage des voitures à deux roues : ces conclusions s'appliquent directement aux voitures à quatre roues. Au reste, les affûts devant élever suffisamment leurs bouches à feu au-dessus du sol, de petites roues ne conviendraient pas à ces voitures.

Il est bon de donner, aux deux trains, des roues d'un même rayon ; de cette manière, elles ne tournent pas avec des vitesses différentes, et les grandes roues ne sont pas exposées à glisser sur le sol. D'ailleurs, si les roues de l'avant-train étaient plus petites que celles de l'arrière-train, il serait souvent fort difficile de tirer les voitures d'un mauvais pas. Il eût certes mieux valu, sous le rapport du tournant, donner un plus petit rayon aux roues d'avant-train ; mais, comme nous le verrons, on a obtenu le même résultat par d'autres dispositions. En donnant aux deux trains le même modèle de roue, on simplifie les rechanges et les approvisionnements.

Les deux trains ayant la même voie dans les voitures du nouveau matériel, les roues d'avant-train forment les ornières et aplanissent les obstacles : il faut donc chercher à faciliter plus particulièrement le travail de celles-ci. Dans les voitures

à support, cette égalité des roues facilite le tirage de l'avant-train, attendu que, en portant les roues de l'avant-train à la dimension de celles de l'arrière-train, on diminue d , et l'on allège ainsi la charge P' de l'essieu d'avant-train. Il est même nécessaire de diminuer la charge des roues de l'avant-train dans les deux espèces de voitures, parce que si elles portaient une charge égale à celle des roues d'arrière-train, elles pénétreraient profondément dans le sol, et occasionneraient souvent la rupture du timon dans les changements de direction. Le centre de gravité de la charge totale doit donc, pour cette raison, être plus rapproché de l'essieu de derrière, et de telle façon que la réaction exercée sur l'arrière-train par la pièce de contre-appui ne puisse jamais être supérieure à l'élasticité du timon, pour ne pas le briser dans les voitures à contre-appui.

Nous aurons souvent occasion de remarquer dans cette discussion que certaines dimensions des voitures influent d'une manière tout à fait opposée sur les deux trains. Ainsi, telle disposition allège la charge de l'essieu d'avant-train et surcharge celui de derrière, ou bien elle diminuera la fatigue de l'essieu de devant, mais en augmentant la pression à dos des chevaux de timon. Quand cela se présentera, pour une des dimensions des voitures, d'après l'observation ci-dessus on la déterminera de manière à soulager l'essieu d'avant-train, et en même temps la pression à dos des chevaux.

La charge du premier essieu devant être inférieure à celle de l'essieu d'arrière-train, P' sera plus petit que P'' . D'après l'expérience, si l'on établit ces quantités dans le rapport de 2 à 3, on obtient le tirage le plus facile. Or, en consultant les valeurs de P' et P'' , on s'aperçoit que si l'on augmente la distance a , du centre de gravité de la charge totale à l'essieu de derrière, sa charge diminue, mais qu'en même temps la charge de l'essieu de devant augmente dans les deux espèces de voitures. Si l'on augmente la distance a du centre de gravité

de l'avant-train des voitures à contre-appui, la charge du premier essieu subit un accroissement, et celle du second diminue. Dans l'avant-train des voitures à support, une diminution de la fatigue de l'essieu et un accroissement de la pression P'' du dos des chevaux correspondent à une augmentation de a .

Sans influence sur le tirage en terrain horizontal, la hauteur du centre de gravité de la charge totale modifie la charge des essieux sur un terrain en pente : ces charges éprouvent alors d'autant plus de variations que le centre de gravité est plus élevé. Il faudra donc placer le centre de gravité le plus bas possible, d'autant plus qu'en même temps on diminuera les chances de versement de la voiture.

Le centre de gravité de l'arrière-train, considéré isolément, doit être placé assez près de l'essieu, et de manière à permettre qu'un petit nombre d'hommes puissent soulever la partie antérieure du corps de voiture pour la poser à terre. Si le poids de la partie antérieure du corps de voiture dépassait 200 kilogrammes, la séparation des trains serait très-difficile sur le champ de bataille.

Le centre de gravité de l'avant-train des voitures à contre-appui doit être placé en avant du corps d'essieu, afin d'équilibrer, autour de l'essieu de devant, la pression p'' du corps de voiture sur la pièce de contre-appui. Ainsi, la distance a sera calculée de manière que l'on ait à peu près la relation $p''c = Pa$.

La distance du centre de gravité de l'avant-train des voitures à support sera déterminée de manière à ne pas faire exactement équilibre à la pression de l'arrière-train sur le crochet-cheville ouvrière. Si la partie antérieure de l'avant-train n'était pas prépondérante et n'était pas établie de manière à faire porter une portion de la charge par les chevaux de timon, on ne pourrait enlever, pour le service de la pièce, une partie du chargement du coffre d'avant-train, sans rompre l'équilibre établi, et l'avant-train serait culbuté par l'arrière-train. Mais la pression

P' de l'essieu de devant, renfermant le terme soustractif $P \frac{a}{l}$,

nous montre qu'en augmentant a , la pression de l'essieu de devant diminue; or, quand cette charge décroît, P'' ou le poids du timon augmente, et l'expérience enseigne qu'il faut déterminer a de telle sorte qu'on ne fasse jamais supporter plus de 12 à 14 kilogrammes aux chevaux de timon.

Une variation de hauteur de la cheville ouvrière ne fait varier que d ; aux voitures à contre-appui, cette quantité ne figurant pas dans les pressions P' , P'' et Q , la hauteur du point d'articulation des trains n'influe pas sur la fatigue du moteur, parce que Q est fonctions de Q_1 et de P' .

Dans les voitures à support, les valeurs de P' et P'' prouvent qu'à une augmentation de la hauteur du crochet-cheville ouvrière correspondent une diminution de la charge de l'essieu de derrière et une augmentation de la pression supportée par celui de devant; elle occasionne donc une plus grande fatigue au moteur. Mais, dans ce cas, la charge à dos des chevaux de timon diminue.

Les pressions sur les essieux étant indépendantes de c aux voitures à contre-appui, l'éloignement ou le rapprochement de l'articulation est sans influence sur le tirage; tandis que dans les voitures à support, le rapprochement de l'articulation produit le même effet que son exhaussement, c'est-à-dire, favorise la traction de l'arrière-train, est défavorable à celle de l'avant-train, mais soulage les chevaux de timon, condition plus importante.

Si la distance des essieux était fort grande, on comprend que le dessous de la voiture viendrait en contact avec l'arête culminante du terrain, et, s'opposant alors au cheminement de la voiture au delà d'un certain point, de fortes crêtes ne pourraient être franchies. Il est facile de calculer en fonction du rayon des roues la distance maximum des essieux qui permet de dépasser les crêtes de 120°, les plus roides que l'on puisse

surmonter. A cet effet, on observait que pour franchir la proéminence du terrain, le dessous du corps de voiture étant horizontalement tangent au sommet de la crête, les quatre roues doivent toucher le sol, deux sur l'un des versants et les autres sur le versant opposé. On arriverait ainsi à trouver que dans le cas de l'égalité des quatre roues, la distance maximum des essieux est de 2^m,92 à 3^m. Dans les voitures du nouveau matériel, les essieux sont généralement placés à cette distance; leur intervalle est déterminé par la longueur du fardeau, eu égard à son emplacement, pour charger convenablement les deux essieux. Au reste, cette distance doit être telle, qu'un homme puisse toujours, pour les besoins du service, passer entre les deux roues d'un même côté.

D'après les équations trouvées, si l'on augmente la distance l , des essieux dans les voitures à contre-appui, la charge des essieux et la pression de l'arrière-train diminuent dans cette espèce de voiture; la distance des essieux est donc déterminée indirectement quand on se donne leurs charges respectives.

Aux voitures à support, une augmentation de la distance l , fait également croître la charge de l'essieu de derrière; quant à la charge du premier essieu et à la pression sur le dos des chevaux, elles augmentent aussi; partant dans les voitures à contre-appui seules, il est bon d'augmenter la distance des essieux.

Si nous cherchions la valeur minimum de l'effort de traction dans les deux espèces de voitures, en différenciant leurs dénominateurs afin de déterminer l'angle φ qui correspond au minimum, nous arriverions, dans les deux cas, à l'expression $\text{tang } \varphi = \frac{A + r f'_{\alpha}}{R - r f'_{\beta}}$ ou $\frac{A}{R}$, en supposant $f' = 0$. Cette expression vient encore confirmer nos observations à propos des voitures à deux roues, relativement à l'influence de la nature du sol et du rayon des roues sur l'inclinaison la plus favorable des traits: l'expérience enseigne que cet angle approche de 12° en terrain dur et uni.

L'angle formé par la direction de l'effort du moteur avec l'horizon est ordinairement déterminé par les dimensions de l'avant-train ; car pour soustraire autant que possible les chevaux à l'action de la voiture, la direction de leur effort doit passer très-près de l'essieu. La dimension des roues en usage dans l'artillerie permet d'élever légèrement les traits au-dessus de l'horizontale. Leur inclinaison devant être d'autant plus grande que le sol présente plus de résistance au roulement, on augmentera l'angle formé par les traits en raison de la petitesse des roues d'avant-train.

Une variation dans la distance du point d'attache des traits à l'essieu en amène une dans la valeur de d , en supposant que leur inclinaison reste constante ; ainsi cette quantité décroît quand le point d'attache est plus éloigné de l'essieu ; or sa diminution produit, dans les voitures à contre-appui, une décroissance de la pression supportée par la pièce de contre-appui et de la charge de l'essieu de devant, mais agit d'une manière tout à fait différente sur la charge de l'essieu de derrière et sur la pression de l'avant-train. Ainsi on éloignera, le plus possible, le point d'attache des traits dans les voitures à contre-appui ; il sera, au contraire, rapproché dans les voitures à support pour produire une diminution de la charge de l'essieu d'avant-train, résultant de l'accroissement de d ; mais la charge à dos des chevaux de timon augmente avec d , il faudra donc se tenir entre certaines limites.

Les aspérités ou les dépressions du sol peuvent, dans les deux espèces de voitures, occasionner au timon des oscillations assez intenses pour briser les jambes des conducteurs et même pour tuer les chevaux. Si, par exemple, une roue rencontre un obstacle, l'une des roues d'un même train tendant à avancer, tandis que l'autre est plutôt sollicitée à reculer, l'effet de tiraillement qui en résulte est transmis au timon, sur lequel il agit avec un bras de levier d'une longueur égale à la distance de la cheville ouvrière à l'essieu, et le fait ainsi ballotter à droite

ou à gauche. Que la résistance à la locomotion, rencontrée par l'arrière-train d'une voiture à contre-appui, surpasse celle opposée au cheminement de l'avant-train, la cheville ouvrière sera plus fortement tirée en arrière et relèvera le timon. Le même effet se produit dans une voiture à support; le centre de gravité de l'arrière-train, ne participant pas au retard qu'éprouvent les roues par suite de la plus grande résistance du sol, fait abaisser tout le corps de voiture, en achevant circulairement son mouvement, autour du point de contact des roues, avec la vitesse dont il était animé avant la rencontre de l'obstacle : le point de contact des deux trains, s'abaissant, fait élever le timon. Quand l'avant-train d'une voiture à contre-appui rencontre une plus grande résistance à la translation, l'arrière-train continue son mouvement avec la même vitesse, pousse la cheville ouvrière et fait par suite baisser le timon. L'abaissement du timon dans les voitures à support résulte de la continuation du mouvement du centre de gravité de l'avant-train, après l'arrêt momentané des roues du même train. Il est fort important de chercher à empêcher ces oscillations du timon.

Dans les voitures à contre-appui, le mouvement latéral du timon est suffisamment limité par le frottement qui résulte de la pression de l'arrière-train sur l'avant-train. La vitesse acquise dans le sens où l'on chemine s'oppose en partie au balancement latéral du timon des voitures à support; et comme, en diminuant le bras de levier de la force qui occasionne les balottements, on amoindrit son influence, il faut placer le crochet-cheville ouvrière le plus près possible de l'essieu d'avant-train. Les oscillations ascensionnelles du timon sont combattues dans cette espèce de voiture par la prépondérance de la partie antérieure de l'avant-train; dans les voitures à contre-appui, la pression exercée en avant de la cheville ouvrière par l'arrière-train sur l'avant-train, s'oppose en partie à ces relèvements du timon, et la réaction du corps de voiture sur la pièce de contre-appui met obstacle à son abaissement. Ce mouvement ne peut

se produire dans les voitures de la seconde catégorie; le support de timon s'y oppose. Toutefois, si le timon ne peut s'abaisser, l'encolure des chevaux n'en supporte pas moins un excès de fatigue, et nous savons, par expérience, que cette pression ne peut dépasser 14^t . Or, la valeur de P'' nous fait voir que la charge des chevaux de timon varie avec la configuration et la nature du sol, par suite de la présence de Q et Q_1 dans son expression; on cherchera donc à amoindrir l'influence de ces quantités en rendant leur coefficient le plus petit possible, c'est-à-dire en faisant d , d_1 et c un minimum. Ainsi, on placera le crochet-cheville ouvrière contre et à hauteur de l'essieu d'avant-train, et on attachera les traits de manière à réduire d à sa dernière limite.

L'égalité des roues des deux trains produit un mouvement plus uniforme de la voiture et contribue à diminuer les oscillations du timon.

Le poids de la voiture doit naturellement être réduit au minimum, afin de diminuer le poids de la charge à mettre en mouvement, et pour n'être pas exposé à perdre son matériel quand, sous le canon de l'ennemi, on se trouve engagé dans de mauvais chemins. Des voitures légères pourront, en outre, être chargées davantage lorsque, n'étant pas obligé de les manœuvrer en présence de l'ennemi, on veut exiger du moteur tout le travail dont il est susceptible, sans le fatiguer outre mesure.

Il est indispensable que les essieux puissent se placer au besoin dans des plans différents : une voiture qui ne jouirait pas de cette propriété aurait bientôt ses assemblages détraqués par les chocs qu'elle supporterait dans les chemins défoncés. Le crochet-cheville ouvrière, employé pour la réunion des deux trains des voitures à support, n'établit qu'un seul point de contact entre les deux parties de la voiture et produit une grande indépendance des trains. Les pièces de contre-appui sont, sous ce rapport, très-nuisibles, et, à moins que la cheville ouvrière ne soit d'une grande longueur, elle se déga-

gera de la lunette quand un des trains sera fortement déversé; l'embrelage, il est vrai, s'oppose à la séparation des trains, mais il limite leur indépendance. Cette longue cheville ouvrière serait peu solide et rendrait souvent très-difficile, sinon impossible, la séparation des trains.

Les essieux prennent spontanément des directions perpendiculaires au chemin que parcourt le moteur; car les roues, sollicitées par la résistance du sol à se placer parallèlement au sens de la locomotion, déterminent les essieux à se disposer perpendiculairement, pour réduire leur frottement au minimum. Par suite, dans les changements de direction, les roues exécutent chacune leur conversion autour d'un point situé sur leur essieu; tout le système tournera donc autour de la droite intersection des deux plans verticaux qui les contiennent; la distance de l'axe de rotation dépend de la plus forte inclinaison relative des essieux.

L'angle formé dans cette position par les axes des deux essieux est désigné sous le nom d'*angle du tournant*.

Dans quelques voitures de l'ancien matériel, les roues d'avant-train pouvaient passer sous le corps de voiture, et leur angle de tournant était illimité, tandis qu'avec nos voitures du nouveau matériel d'artillerie, au delà d'une certaine inclinaison des deux essieux, on ne peut augmenter leur angle sans faire rencontrer le corps de voiture par les roues d'avant-train: l'angle du tournant est donc généralement limité.

Le rayon de la circonférence décrite par le point de la voiture le plus éloigné du centre de rotation représente, comme dans un système à deux roues, le *rayon du tournant*: il mesure le plus petit espace nécessaire pour effectuer un demi-tour avec une voiture à quatre roues. En désignant par l la longueur du timon, par l , la distance des deux essieux, la distance du point d'articulation des deux trains et l'angle du tournant étant représentés par c et γ , le rayon du tournant est

exprimé par la formule
$$r = \sqrt{l^2 + \left\{ \frac{l - c(1 - \cos \gamma)}{\sin \gamma} \right\}^2}$$
. Sa

valeur minimum correspond à la plus grande distance de l'articulation des trains et à la valeur maximum de l'angle du tournant.

D'après cela, on pourrait croire qu'en éloignant indéfiniment le point d'articulation des trains du premier essieu, le tournant serait toujours augmenté. Il n'en est pas ainsi ; la distance c a une limite qui dépend de la longueur des brancards, passé laquelle, au lieu de croître, l'angle du tournant de la voiture diminue : car, avant que l'une des roues ne rencontre le corps de voiture, l'autre, du même essieu, pourra s'appuyer contre le brancard et s'opposer ainsi à l'achèvement du mouvement de conversion de l'avant-train.

Calculons la valeur maximum de c pour une longueur donnée des brancards, supposés limités à l'essieu d'avant-train, par exemple ; soit O le point d'articulation des trains, K l'endroit de la roue qui touche le corps de voiture en T quand l'angle du tournant est arrivé à sa limite, K' le point de la roue opposé du même train situé à même hauteur que K , et qui viendra s'appuyer contre l'extrémité des brancards, pour supposer le cas le plus favorable. Calculons la valeur de c qui correspond à cette position de la roue, et nous aurons évidemment sa longueur maximum, car toutes les fois que c dépassera cette longueur, la roue touchera le brancard en deçà de son extrémité. Les différents triangles formés par les perpendiculaires abaissées du point O sur l'essieu et sur le plan des roues, avec des droites OK et OT prolongées, nous donnent

$$C = \frac{v^2 + m K^2 - b^2}{2 m K}, \text{ en quantités toutes connues dans une}$$

voiture : b désigne la demi-largeur du corps de voiture, v la demi-voie et mK la distance de l'essieu de devant au point K de la roue. L'angle KOT mesurant ici l'angle du tournant, on peut facilement calculer son sinus, et l'on obtient

$$\sin \gamma = \frac{vc - (mK - c)b}{v^2 + (mK - c)^2} \text{ en fonction de la distance de l'articulation.}$$

Mais généralement la distance de l'articulation des trains, celle des essieux et la longueur du timon sont déterminées par des considérations plus importantes que celles du tournant ; pour diminuer le rayon du tournant, nous devons, par conséquent, chercher à rendre γ un maximum.

Remarquons d'abord que cet angle ne peut atteindre 90° , à moins de faire passer les roues d'avant-train sous le corps de voiture ou d'éloigner l'articulation des trains à une distance de l'essieu de devant, égale au rayon de la roue, augmenté de la demi-largeur du corps de voiture, si la longueur des brancards le permet, c'est-à-dire si c ne surpasse pas en longueur son maximum trouvé ci-dessus. Or, pour faire passer sous le corps de voiture des roues d'avant-train, égales en hauteur à celles d'arrière-train, il devrait être fort élevé : d'où résulterait un chargement long et difficile ; l'on ne peut d'ailleurs chercher une augmentation de l'angle du tournant dans un éloignement considérable du point d'articulation des trains, quand même la longueur des brancards le permettrait : car le point d'articulation des trains est déterminé par des considérations des plus importantes. En thèse générale, on établira la voiture de manière à lui donner un angle de tournant approchant le plus possible de 90° .

Les voitures à deux roues, pouvant, par suite de leur longueur moins considérable, tourner sur place autour de l'une des roues ou du point milieu de l'essieu sont susceptibles de tourner beaucoup plus court que celles à deux trains. Les voitures à quatre roues doivent toujours décrire une certaine circonférence, et ne peuvent jamais exécuter leur conversion sur place.

Les voitures dont les essieux sont éloignés de 3 mètres environ, comme dans le nouveau matériel, exigent un angle de tournant minimum de 40° ; encore, ne pourront-elles alors tourner dans un chemin qui n'aurait pas 9 à 10 mètres de largeur, sans risquer de casser leur timon ou de verser.

Si, vers le point où les roues viennent le toucher quand la voiture tourne, le corps d'arrière-train présentait une plus grande élévation, les roues, s'engageant alors en partie sous la voiture, permettraient une plus forte inclinaison des essieux ; à cause de la grande largeur du chargement, on a adopté ce moyen pour augmenter le tournant du haquet de l'équipage de ponts. Une diminution de la largeur du corps de voiture produit le même effet, mais cette dimension dépend de la nature du chargement. L'emploi d'une flèche réduisant cette largeur à sa limite inférieure, il faudra y avoir recours toutes les fois que la chose sera possible, c'est-à-dire quand la longueur du chargement n'atteindra pas le point de contact de la roue d'avant-train avec le corps de voiture. Un abaissement des brancards au-dessous du rayon horizontal de la roue amène le même résultat qu'un exhaussement du corps de voiture.

L'élargissement de la voie éloigne du premier essieu le point de contact de la roue d'avant-train et donne plus d'ouverture à l'angle du tournant : nous savons que la voie est invariablement déterminée.

Sans avoir égard à la largeur du corps de voiture, si l'on suppose le dessous des brancards à hauteur des essieux, l'extrémité du rayon horizontal de la roue rencontrera le corps de voiture, et, dans ce cas, l'angle du tournant sera, toutes choses égales, un minimum.

Si l'on remplace c , par sa valeur maximum, calculée plus haut, dans l'expression du sinus de l'angle du tournant, on obtiendra le maximum de l'angle du tournant, qui, substitué dans la valeur du rayon de tournant, fournira sa grandeur minimum.

Le mode d'enrayement des voitures à quatre roues doit, indépendamment des conditions posées à propos des voitures à deux roues, ne nuire en rien à l'indépendance des trains.

Le centre de gravité sera, en général, placé le plus bas possible, afin de diminuer les chances de versement ; et l'on donnera, pour le même motif, une grande largeur à la voie. Une

parfaite indépendance des trains contribue efficacement à empêcher la voiture de verser.

Pour donner aux voitures la légèreté et la solidité qu'elles réclament, on combinera judicieusement le bois et le fer, comme on l'a fait pour les affûts; le bois de frêne sera employé de préférence pour la fabrication des timons, parce qu'il est très-flexible et peu cassant. Mais afin de ne pas exposer le timon à se briser en exigeant de cette pièce plus d'élasticité qu'elle n'en comporte, il faut lui permettre un certain jeu dans le sens vertical, pour l'empêcher de se casser dans les descentes, parce que les chevaux de timon doivent alors retenir la voiture à l'aide des courroies de timon ou des chaînes de retraite qui les relient à l'extrémité du timon. Or, pour cela, le timon doit pouvoir se relever plus ou moins, et se placer dans un sens directement opposé à la puissance qui sollicite la voiture à descendre la pente; par conséquent, si, malgré la stabilité qu'on a cherché à lui donner, le timon n'était pas susceptible d'un certain jeu ascensionnel, il se briserait. De même, quand la voiture doit franchir un ravin, il faut qu'arrivée au fond, son timon puisse se placer parallèlement à la contre-pente; sans cela, il se ficherait dans le sol, ou les chevaux de timon devraient soulever la voiture de manière à la faire tourner autour du point d'appui de ses roues de derrière. Dans le passage d'une crête, le timon exige encore un certain jeu : il doit se placer parallèlement à l'autre versant, pendant que la voiture est toujours sur le premier; s'il en était autrement, les chaînes de retraite seraient tendues au point de faire briser le timon.

Les pentes les plus roides sur lesquelles les voitures peuvent cheminer étant de 30° , les ravins les plus resserrés et les crêtes les plus aiguës ont tout au plus 120° d'ouverture. Le timon doit donc être susceptible de s'abaisser ou de s'élever de 60° environ, tant au-dessus qu'au-dessous de sa position horizontale; par suite, il faut permettre à son extrémité de s'élever de $\sin 60^\circ \times l$ au-dessus de l'horizon, ou de se dépri-

mer de la même quantité au-dessous; or, dans l'artillerie, la distance de l'extrémité du timon à l'axe de l'essieu d'avant-train étant de 3^m,50 environ, le jeu total du timon doit être de 6^m,05, pour que son élasticité ne soit pas mise en jeu au passage des crêtes et des ravins.

Récapitulons en quelques mots les principes de construction des voitures à quatre roues.

Il résulte d'abord de la discussion ci-dessus que si la nature du service n'impose pas une grande indépendance des trains, il faudra établir de préférence la voiture dans le système à contre-appui qui fatigue moins l'attelage.

Pour construire une voiture à quatre roues de manière qu'elle remplisse convenablement son objet, il faut :

Donner les mêmes roues aux deux trains et les faire du plus grand rayon possible, sans cependant dépasser la limite de 0^m,74 à 0^m,75;

Disposer le centre de gravité de la charge totale de manière à répartir inégalement le chargement sur les deux trains et dans le rapport de trois à deux, en chargeant davantage l'essieu de derrière;

Placer le centre de gravité de l'arrière-train en avant de l'essieu, de telle sorte qu'un petit nombre d'hommes puissent facilement séparer les deux trains;

Placer de même le centre de gravité en avant de l'essieu, afin de faire équilibre à la pression de l'arrière-train sur l'avant-train, sans toutefois que la charge à dos des chevaux de timon puisse jamais être considérable;

Établir dans les voitures à support le point d'articulation des trains, à hauteur et contre l'essieu d'avant-train, s'il est possible, mais toujours à une faible hauteur au-dessus du sol dans les deux espèces de voitures; aux voitures à contre-appui, le point d'articulation des trains sera moyennement éloigné de l'essieu d'avant-train, afin de faciliter le tournant sans nuire à la stabilité du timon;

Donner aux deux trains la plus grande indépendance possible;
Ne pas éloigner les essieux au delà de trois mètres quand les voitures sont destinées à parcourir des terrains fortement accidentés, et, dans le cas contraire, il est bon d'augmenter la distance des essieux dans les voitures à contre-appui, sans jamais les rapprocher au delà de deux mètres;

Faire exercer une certaine pression par l'arrière-train sur l'avant-train;

Incliner légèrement les traits sur l'horizon et rapprocher moyennement, vers l'essieu, leur point d'attache;

Assujettir fixement toutes les parties d'une voiture et de son chargement pour les empêcher de s'entre-choquer pendant la marche;

Établir la réunion des deux trains au moyen d'une flèche chaque fois qu'on le pourra;

Donner à toutes les voitures un système d'enrayage et permettre un certain jeu au timon;

Enfin diminuer, autant qu'on le pourra, le poids total du système.

Moteur.

Anciennement l'artillerie était trainée par des bœufs; aujourd'hui elle l'est exclusivement par des chevaux : une ordonnance de 1697 permettait de remplacer dix bœufs par six chevaux. En 1769, les Turcs employaient encore des buffles à la traction des voitures.

Il y a deux manières d'utiliser le cheval : comme *bête de somme*, il transporte le fardeau sur son dos, et selon que sa charge est inanimée et placée dans une espèce de selle appelée *bât* ou qu'il porte un cavalier, on le dit *de bât* ou *de selle*; comme *bête de trait*, il est lié à la voiture au moyen de deux *traits* et la traîne à sa suite. Le travail dont le cheval est capable

varie selon son état physique, la nature et la configuration du sol, la vitesse et la durée du transport.

L'effort qu'il développe en agissant sur les deux traits qui le lient au fardeau et lui permettent de l'entraîner, représente ce que l'on entend par *effort de traction*.

Le cheval est beaucoup plus propre à tirer qu'à porter un fardeau, avons-nous dit en commençant l'étude des voitures. Sa construction et la position élevée de son centre de gravité le prouvent surabondamment ; il résulte, en effet, de la direction inclinée de ses membres postérieurs, qu'ils sont parfaitement disposés pour développer, par leur extension, un effort d'arrière en avant ; ceux de devant, plus rapprochés de la verticale qui passe par le centre de gravité du cheval, portent principalement le poids de sa masse et, pour cette raison, conservent presque toujours une position voisine de la perpendiculaire à l'horizon. Le frottement des pieds de devant sur le sol fournissant un point d'appui pour la traction, les chevaux les plus lourds conviennent le mieux à l'attelage ; et l'augmentation du frottement qui résulte de l'accroissement du poids de l'animal explique pourquoi, en gravissant une pente ou sur un terrain glissant, il peut quelquefois être avantageux de monter un cheval de trait.

Quand ils doivent développer un grand effort, l'instinct des animaux les porte à rejeter leur masse en avant, de manière à augmenter la résistance du sol et à rapprocher la direction de leurs membres de devant du parallélisme avec la direction des traits, afin d'opposer directement la puissance à la résistance. Comme la verticale du centre de gravité s'approche d'autant plus des membres postérieurs que la pente est plus roide, il y aurait danger de s'aventurer, soit à cheval, soit avec une voiture, sur une pente inclinée de plus de 30° à l'horizon.

L'expérience démontre parfaitement combien il est plus avantageux d'employer les chevaux à l'attelage que de leur faire transporter des charges à dos : d'ailleurs, la plupart des

fardeaux ne peuvent être divisés pour être répartis sur un certain nombre de chevaux, et l'on est bien obligé de chercher à les déplacer d'une autre manière.

On estime qu'un cheval de force moyenne peut, y compris le poids du système, trainer avec une voiture 1500^k sur un pavé, 900^k sur une route en empierrement, 500^k à travers des labou-rés, et parcourir, en un jour et au pas avec ces charges, 36 à 40 kilomètres : les rouliers font souvent trainer 2000 à 3000^k, et quelquefois plus, par un seul cheval ; tandis que, portant une charge inerte, le cheval de bât peut au plus parcourir, à l'allure du pas, 40 kilomètres avec une charge de 120^k environ, et un cheval de selle ne transporte pas à une plus grande distance le poids du cavalier et de son équipement, qui s'élè-vent ensemble à 90^k environ ; mais il exécute ce travail en sept ou huit heures, au lieu d'y employer dix heures comme le premier. Cette énorme différence entre l'effet de la traction et du transport à dos résulte du grand effort dont le cheval est susceptible quand il agit par traction.

Les expériences prouvent qu'un cheval de force moyenne peut exercer un *effort momentané* de 400^k environ, s'il tire sans à-coup, et sa force de traction est doublée quand il donne un coup de collier : il produit alors un véritable choc, dans lequel sa masse joue le plus grand rôle. Le poids du cheval influe donc sur l'effort de traction, et les plus grands sont généralement les meilleurs ; des chevaux de forte taille permettent d'en diminuer le nombre, et nous verrons plus loin que les attelages composés d'un petit nombre de chevaux pré-sentent de grands avantages.

L'effort de traction d'un cheval se mesure au moyen du dynamomètre de Régnier, en ayant soin de vérifier ses indica-tions avant et après l'expérience.

Il y a loin de l'effort développé momentanément par un che-val à celui qu'il est en état de dépenser d'une manière conti-nue, pendant une journée de travail. D'après les données de

l'observation, il est permis d'admettre qu'au pas, un cheval de trait peut développer un *effort continu* de 75^k pendant dix heures de travail, et l'on a reconnu que le rapport de la résistance éprouvée par le cheval à déployer l'effort moyen dont il est susceptible, au poids de la voiture, ou, en d'autres termes, le rapport de l'effort continu qu'il développe au poids du fardeau, varie beaucoup avec la nature du chemin parcouru : ainsi,

sur un pavé horizontal, au pas ordinaire, ce rapport est de 1/40

» des accotements en terre,	»	»	1/25
» une pelouse,	»	»	1/22
» un pavé en rampe montante,	»	»	1/12
» une route en empierrement,	»	»	1/12
» un mauvais terrain ou dans des labourés,	»	»	1/9

On possède peu de renseignements sur le rapport de la charge à l'effort de traction dans les transports au trot ; il est très-probable que le rapport croît avec la vitesse de la marche en terrain raboteux, car on sait qu'en général l'on perd toujours en force ce que l'on gagne en vitesse. Toutefois, dans les terrains uniformes et homogènes, où la voiture éprouve peu de chocs, le rapport est constant et indépendant de la vitesse : on a constaté qu'au trot, sur un pavé horizontal, le rapport est de 1/19, et qu'il conserve, à toutes les allures, sa valeur de 1/25 sur les accotements en terre ; il faut réduire de 40^k la charge du cheval de bât pour lui faire parcourir, au trot, 40 kilomètres, alors que dans les mêmes circonstances le cheval de trait peut conduire une charge de 450 à 500 kil., et les chevaux de diligence trainent ordinairement 1000^k sans quitter, pour ainsi dire, l'allure du trot ou du galop : mais ils ne parcourent qu'un seul relais de trois à quatre lieues. On peut donc dire, sans exagération, qu'un cheval attelé transporte sept à huit fois autant qu'un cheval de somme. Il résulte de la diminution de force du cheval quand il marche à des allures

vives, qu'on doit mettre les attelages au pas toutes les fois qu'on le pourra.

Le cheval de trait parcourt, à l'allure du pas, un mètre par seconde, et le double au trot ; la vitesse de la marche du cheval de somme est un peu plus accélérée ; ainsi, il avance au pas de $1^{\text{m}},50$ par seconde, du double au trot, et près de quatre fois autant au galop ; le cheval de selle, mieux stimulé par le cavalier, avance encore un peu plus rapidement, et soutient la marche pendant dix heures au pas, et près de sept heures au trot.

On entend par *quantité d'action journalière* du cheval de trait, le produit de l'effort continu qu'il développe par le chemin parcouru en une journée de travail. La quantité d'action journalière est donc exprimée par $75^{\text{k}} \times 1^{\text{m}} \times 10$ heures, ou $75 \times 36000^{\text{m}} = 2700000$ kilogrammètres, c'est-à-dire équivalant à 2700000 kil. élevés à un mètre de hauteur ; l'homme qui agit par traction dépense un effort continu de 12^{k} et parcourt $0^{\text{m}},60$ en une seconde, mais il ne peut soutenir le travail que durant huit heures : il faut donc douze hommes pour produire, en un jour, la même quantité de travail qu'un cheval, et six hommes développent ensemble un effort continu égal à celui du cheval de trait.

Le produit du poids transporté, par le chemin parcouru en une journée, exprime le *travail journalier* du cheval. Si l'on compare les travaux du cheval de somme et de celui de trait, on trouve une nouvelle preuve de l'immense avantage que présente l'emploi du cheval à la traction. Sachant qu'un homme porte 44^{k} à 20 kilomètres en un jour, une simple division montre qu'il faut cinq hommes pour transporter en une journée, sur une route horizontale, la charge d'un cheval de somme ; si le terrain était incliné, il n'en faudrait pas autant : dans ce cas, l'homme a plus d'avantages.

Les expériences exécutées à Metz en 1816 permettent de conclure qu'en inclinant les traits de 11° environ sur l'horizon, on donne au cheval la faculté de développer le plus grand

effort momentané dont il est capable ; et que l'angle le plus favorable à la traction d'un cheval monté ne dépasse pas 6° à 7° . Remarquons, en effet, que si le point d'attache des traits était assez élevé pour faire passer leur direction au-dessus du centre de gravité du cheval, son point d'appui lui ferait défaut et l'effort qu'il développerait tendrait à le renverser.

Sur le terrain qui a servi aux expériences de Metz, le poids supporté par les épaules du cheval est dans le cas de l'effort maximum, égal au cinquième de l'effort horizontal : attendu que le rapport du poids supporté par les épaules à cet effort horizontal est égal à tangente 11° , c'est-à-dire à $1/5$. Ce rapport serait trop faible sur un terrain glissant ; en d'autres termes, il faudrait donner plus d'ouverture à l'angle des traits. Un cheval monté pourrait donc développer son plus grand effort sur des traits horizontaux, si l'augmentation du poids de son avant-main, par suite de son usage comme cheval de selle, était le cinquième du plus grand effort momentané dont il est capable.

Il ressort suffisamment de tout ce que nous venons de dire que, sauf le cas où il y a impossibilité de trainer les machines de guerre, on ne doit jamais les porter à dos ; on emploiera donc généralement des *attelages* pour le transport des fardeaux : le nombre de chevaux affectés au tirage des voitures constitue leur attelage.

Afin de diminuer la longueur des colonnes, sans exiger une largeur de chemin plus grande que la voie, en plaçant plusieurs chevaux de front, on a coutume, dans l'artillerie, d'atteler les chevaux par couple. Ce nombre réunit assez bien les conditions voulues, et n'est pas trop considérable pour empêcher le conducteur, monté sur le cheval de gauche, de diriger facilement les deux chevaux de chaque rang. Mais, par le fait du transport à dos, le cheval *porteur* consomme une partie de sa force pour cet objet, et son effort de traction est alors inférieur à celui du *sous-verge*, qui emploie toute sa force à trainer la voiture. Or, il est généralement admis que le transport d'un cavalier dimi-

nue d'autant plus l'effort de traction d'un cheval monté, que l'allure de la marche est plus vive, et l'on estime qu'au pas la force de traction est réduite à la moitié, ou au tiers, quand on prend le trot. D'après cela et comme la nature du service oblige certaines voitures à prendre des allures souvent très-accélérées, tandis que d'autres se meuvent toujours lentement, la résistance de la voiture variant, en outre, avec son mode de construction ou l'espèce de terrain à parcourir, et l'effort du cheval se modifiant suivant la vitesse de sa marche, il convient de diviser les attelages en trois classes. Nous aurons donc les *attelages des parcs de siège*, des *batteries* et des *parcs de campagne*, que nous examinerons successivement en traitant des voitures destinées à ces différents services ; mais nous pouvons, dès à présent, poser certaines considérations relatives à la détermination du nombre de chevaux des attelages et aux conditions d'un bon mode de harnachement.

Observons d'abord que si le nombre de chevaux est à peu près proportionnel au poids du fardeau, quand on circule sur un pavé ou sur un sol dur et uni, il en est autrement sur des chemins de terre et dans des terrains plus ou moins pénétrables ; ici le nombre des chevaux de l'attelage suit une progression plus rapide que le simple rapport de l'augmentation de la charge, et l'on estime que le travail du cheval de trait est proportionnel aux nombres 9, 8, 7, 6, selon que l'attelage est de 2, 4, 6 ou 8 chevaux. Ainsi, avec un nombre donné de chevaux on trainera une plus forte charge, si elle est répartie sur plusieurs voitures à deux chevaux, que si le fardeau était placé sur un plus petit nombre de voitures à plus de deux chevaux ; cela tient à la plus grande pénétration des roues dans le sol quand la charge augmente, à la difficulté de faire agir avec ensemble un fort attelage et aux nombreuses pertes de force qui peuvent résulter du système de harnachement en lui-même.

Les forts attelages sont aussi un obstacle aux manœuvres, attendu qu'il est très-difficile de conduire avec adresse, et sur-

tout à des allures vives, un attelage composé de plus de 6 à 8 chevaux.

Il serait donc avantageux, sous le rapport de l'économie des chevaux, de conduire les machines de guerre sur des voitures comportant un attelage de deux ; mais la plupart des bouches à feu sont d'un poids trop considérable pour être trainées par deux chevaux, et en admettant même qu'elles pussent l'être, on devrait s'en abstenir : la perte de l'un des chevaux pourrait arrêter la marche de la voiture.

Le mode d'attelage, considéré sous le rapport de son influence sur la traction, doit réduire au minimum la force à dépenser par chaque cheval ; on le fera donc tirer sous l'angle le plus favorable au développement de son effort et de manière que toute sa force soit utilement employée au tirage. On remplira cette dernière condition en ne faisant pas supporter par quelques-uns des chevaux une partie de l'effort des autres et en ne les chargeant du poids d'aucune pièce de la voiture : le timon ne devrait donc pas être porté par les chevaux.

Il est surtout fort utile que le harnachement laisse le cheval libre dans ses mouvements et qu'il le fasse tirer directement sur la voiture.

Tenant compte des besoins du service, le mode d'attelage doit permettre d'atteler ou de dételier avec la plus grande facilité et dans toutes les circonstances, de nuit comme de jour, par tous les temps et dans toutes les saisons ; le conducteur sera monté et ne doit être gêné ni par le chargement, ni par la voiture. Il faut donc, autant que possible, employer des crochets pour fixer les chevaux à la voiture, choisir un cuir très-souple pour confectionner les harnais, afin de pouvoir facilement boucler et déboucler ; l'un des chevaux de chaque rang portera une selle, et le harnachement de la plus grande simplicité sera, toutes choses égales, le meilleur.

Afin de parer et de porter promptement remède aux accidents qui peuvent survenir, on mettra les chevaux les plus forts,

ordinairement les plus grands, au timon pour retenir la voiture dans les descentes; on cherchera à éviter que la chute d'un cheval n'entraîne celle d'un autre, à faciliter le relèvement ou le remplacement des chevaux abattus ou tués, à faire en sorte qu'il soit possible de continuer, au besoin, la marche avec un ou deux chevaux de moins que n'en comporte l'attelage; et l'on écartera, avec le plus grand soin, les chances de rupture du timon dans les changements de direction. Ces conditions imposent l'obligation de ne pas attacher les traits des chevaux antérieurs aux suivants, de faciliter l'enlèvement des harnais des chevaux tués ou leur placement sur un autre cheval et de ne pas faire tirer les chevaux de devant sur le bout du timon.

Enfin, la facilité des manœuvres exige que l'attelage n'allonge pas trop les colonnes, que sa largeur soit limitée à la voie de la voiture et que le mode d'attelage ne nuise en rien à l'indépendance des trains. Dans les changements de direction, les traits ne devront pas s'embarrasser dans les jambes des chevaux, ou les bousculer et les exposer ainsi à être renversés; on leur donnera donc la longueur strictement nécessaire et l'on fera en sorte que le conducteur ait une action suffisante sur ses deux chevaux.

Le mode d'attelage doit, en outre, permettre aux chevaux d'imprimer à la voiture la plus grande vitesse dont ils sont capables.

L'examen seul du grand nombre de conditions d'un bon mode d'attelage prouve qu'il est impossible de réaliser cette perfection; plusieurs conditions sont même jusqu'à un certain point incompatibles: par exemple, il est bien évident que dans les voitures à support les chevaux doivent porter le poids du timon, et que les chevaux montés dépensant la moitié ou les deux tiers de leurs forces au transport du conducteur, toute leur puissance n'est pas employée à la traction. Par conséquent, dans le choix de l'attelage, on s'efforcera de réunir le plus grand nombre des conditions énumérées ci-dessus, sans perdre de vue le système de construction de la voiture.

CHAPITRE II.

ÉQUIPAGE DE SIÈGE.

Depuis la fin du quinzième siècle, époque à laquelle le rôle important de l'artillerie à la guerre ne fut plus révoqué en doute, cette arme est devenue en grand honneur chez les différents peuples, qui s'efforcèrent tous à lui apporter des améliorations; aussi n'est-il point rare de voir revendiquer par plusieurs nations la même découverte ou innovation en artillerie. Il reste quelques doutes sur la question de savoir si les Flamands employèrent des bouches à feu sur le champ de bataille avant les Français, mais on ne peut contester aux Bruxellois l'honneur d'avoir ouvert la voie des expériences, source incontestable des progrès les plus réels de l'artillerie, en recherchant, dès 1521, sous Charles-Quint, la meilleure longueur d'âme des bouches à feu, et en 1586 le dosage le plus convenable de la poudre; selon toute apparence, c'est aussi aux Gantois qu'appartient l'invention des affûts destinés au service de leurs *ribeaudequins*.

Le matériel de l'artillerie employé dans le principe était d'une pesanteur excessive, et aucune idée systématique n'avait présidé à la détermination de la multitude de calibres des bouches à feu, qui occasionnait une grande confusion dans

l'emploi des munitions. Aucune espèce de principes ne servait de base à l'établissement du matériel, qui était complètement abandonné aux caprices des constructeurs; le fondeur était le seul juge de l'épaisseur en métal des bouches à feu, de l'emplacement des tourillons, et le choix des proportions de l'alliage dépendait encore de lui en 1732. Chaque voiture avait une voie différente, et il n'existait pas deux ateliers de construction qui adoptassent les mêmes dimensions pour les machines.

L'expérience de la guerre fit introduire successivement des modifications dans le matériel; ainsi, il fut d'abord allégé sous Charles IX et l'on régla ses dimensions par des tables de construction; Vallière l'améliora considérablement par l'introduction de son système d'artillerie, sous le règne de Louis XIV; et nous sommes redevables à Gribeauval d'un système général adopté en 1792, encore en usage aujourd'hui dans plusieurs États de l'Europe.

Nous allons examiner successivement les équipages destinés aux différents services de l'artillerie pour compléter l'étude du matériel actuel, et, afin de suivre le même ordre, nous commencerons par les voitures des équipages de siège, c'est-à-dire par les voitures employées au transport des bouches à feu et de tous les approvisionnements nécessaires dans un siège.

Il importe de donner à toutes les voitures de l'équipage le même poids, s'il est possible, afin que dans les mauvais chemins les plus lourdes ne ralentissent pas la marche des autres.

Les voitures de l'équipage de siège se divisent en deux catégories :

1° Celles qui sont destinées au transport des bouches à feu et des grosses bombes ;

2° Les voitures affectées au transport des approvisionnements de tout genre et des outils nécessaires pour les réparations.

VOITURES POUR LE TRANSPORT DES BOUCHES À FEU.

Les affûts du nouveau matériel de siège sont construits de manière à pouvoir transporter leur bouche à feu ; par conséquent, outre les conditions nécessaires à l'affût proprement dit pour convenir au tir, l'affût de siège, considéré comme voiture de transport, doit réunir les conditions générales que nous venons de passer en revue, et il doit être construit de telle sorte qu'on puisse le transformer facilement en une voiture à quatre roues dont le poids total n'excède pas de beaucoup 4000* environ. On doit donc le réunir à un *avant-train*, seconde voiture à deux roues servant de point d'application à l'effort du moteur.

Nous pouvons actuellement nous expliquer l'utilité du second encastrement des tourillons donné à l'affût de siège : les chevilles arrêtoires qui reçoivent les tourillons pendant la marche sont placées à l'endroit convenable pour répartir, dans le rapport indiqué, le poids de la bouche à feu sur les deux trains ; le second encastrement des tourillons, inventé en 1544, n'a été adopté en France qu'en 1722.

La manœuvre pour faire passer la bouche à feu d'un encastrement dans l'autre doit être simple et facile à effectuer au moyen de rouleaux, de leviers et de cordages.

Les voitures employées au transport des mortiers et des bombes seront d'un chargement et d'un déchargement prompts et faciles, ces opérations devant se faire dans les batteries mêmes et sans l'emploi de machines.

Les équipages de siège n'ont jamais à parcourir des terrains fort accidentés ; par suite, ils n'exigent pas des voitures d'une parfaite indépendance de trains ; l'on adoptera donc, pour ce service, le système à contre-appui.

Indépendamment de certaines voitures, communes au matériel de campagne, l'équipage de siège comporte des *affûts*, des

chariots porte-corps ou à mortiers et la *charrette de siège*, exclusivement affectés à ce service.

Avant-train de siège.

Il paraît hors de doute que les Belges faisaient déjà usage d'avant-trains à une époque où ces voitures n'étaient pas encore connues en France. Quand on n'employait pas d'avant-train, les affûts étaient trainés au moyen d'une limonière assujettie contre les flasques, quelquefois on mettait entre ceux-ci une roulette pour diminuer le frottement des crosses.

Nous avons deux numéros d'avant-train de siège, l'un pour les affûts des canons de 24, 18 et 12; l'autre, destiné à l'affût du canon de 6, appartient plutôt au matériel de place, attendu que le canon de 6 long est employé à l'armement des ouvrages de fortifications permanentes.

L'avant-train constitue une véritable voiture à deux roues. Il est formé d'un *corps d'essieu* et d'une *volée* de bois, réunis entre eux par des espèces de brancards nommés *tirants*, également de bois, encastrés dans les embrèvements du corps d'essieu et assemblés à tenon dans la volée : cette dernière pièce donne attache aux chevaux par l'intermédiaire des *palonniers* dont nous parlerons en traitant des attelages; une *sellette-fourchette* de bois occupe le milieu du corps d'essieu; le *timon*, levier de bois d'une grande longueur servant à diriger l'avant-train, est reçu dans un embrèvement de la fourchette, où il est maintenu au moyen de deux *brides de sellette-fourchette*, assujetties par quatre *chevilles de bride* à tête ronde et par la *cheville de timon*, qui traverse la sellette et la dernière bride de sellette : cette cheville est percée d'une *ouverture* pour une *clavette*, reliée par sa *chainette* à *crampon* fixé dans la fourchette, et retenue dans son logement par une *lanière*. Le timon est donc solidement assujéti à l'avant-train et l'on peut promptement le remplacer quand un accident le met hors de service;

l'orifice supérieur du *trou* dont il est percé, pour donner passage à sa cheville, est garni d'une *rosette*.

Deux palonniers fixés par leur *crochet* à *clapet* et à *lamettes* aux *tirants* de fer, assujettis au-dessous de la volée, donnent attache aux traits des chevaux de l'attelage par les *œillels* à *lamettes* de leurs extrémités. Deux *tirants* de réserve, également en fer, sont fixés au-dessus de la volée au moyen de deux chevilles qui maintiennent en même temps les tirants inférieurs : ceux-ci sont prolongés jusqu'au corps d'essieu, se servent de bride aux étriers d'essieu.

Un *essieu* de fer, pareil à celui de l'affût, est encastré dans le corps d'essieu de bois, et deux *roues* du modèle adopté pour l'affût supportent tout le système. L'essieu de fer est retenu dans son encastrement du corps d'essieu par une *cheville d'essieu* à tête carrée encastrée et par deux *étriers d'essieu*.

La cheville d'essieu assujettit, en dessous, une *bande d'essieu* maintenue, en outre, par la *cheville ouvrière*, placée vers l'extrémité supérieure de la sellette, et par deux *chevilles de bande d'essieu* à tête encastrée dans la partie supérieure de la sellette, l'une à l'avant et l'autre à l'arrière de l'essieu. Le *piton*, qui termine postérieurement la bande d'essieu, porte la *chatne d'embrelage à crochet*, destinée à limiter le jeu du timon et à empêcher la séparation accidentelle des deux trains pendant la marche : on engage, à cet effet, le crochet dans l'anneau d'embrelage, placé sous la crosse de la flèche d'affût.

La sellette est consolidée à sa partie supérieure par une *coiffe de sellette*, assujettie au moyen de la cheville ouvrière et de la première cheville de bande d'essieu ; elle est renforcée latéralement par une *bande de tête de sellette*, fixée à l'aide de deux *boulons* et de *clous*.

Quatre *chevilles* traversent chacun des tirants en bois : la dernière maintient en même temps, par son *oreille*, la *plaque circulaire de frottement*, sur laquelle frotte le bout de crosse d'affût dans ses différentes positions sur l'avant-train, pendant

les changements de direction; les deux premières chevilles d'assemblage des tirants sont à tête ronde : elles fixent les tirants et tirants de réserve en fer à ceux en bois; la troisième cheville à tête carrée, encastrée comme la dernière, est placée contre la face antérieure du corps d'essieu et relie le tirant de bois à la partie postérieure de celui de réserve. Le milieu de la plaque de frottement est assujéti par la première cheville de bande d'essieu.

Deux *viroles* carrées, rivées aux extrémités de la volée, la garantissent de l'usure.

Le gros bout du timon, ou son *têtard*, est également garni d'une *virole* carrée; son petit bout, armé d'un *anneau carré à pattes*, fixé par des *clous* et des *rivets*, donne attache aux courroies qui permettent à l'attelage de faire reculer la voiture.

Afin de bien apprécier la valeur de l'affût de siège considéré comme machine de transport, examinons si cette voiture à quatre roues réunit les conditions d'un charriage facile, si la manœuvre du système s'exécute commodément et avec promptitude; et pour étudier à fond la question, il convient même de la traiter au point de vue de la marche des convois et des mouvements à opérer pendant un siège pour l'armement des première et des seconde batteries.

L'égalité des roues des deux trains, et leur rayon suffisamment grand pour donner à l'avant-train la faculté de dégager la voiture d'un mauvais pas, facilitent le tirage. Les essieux étant chargés dans le rapport de 3 à 2 quand la bouche à feu est dans ses encastrements de route, on allège convenablement le travail de l'avant-train; et le centre de gravité de l'avant-train, établi en avant de l'essieu, équilibre la pression de l'arrière-train. La bouche à feu peut fort bien être conduite dans les encastrements de tir depuis le dépôt de tranchée jusqu'aux batteries.

Le point d'articulation des trains est placé assez bas pour

empêcher que la réaction de l'arrière-train n'incommode les chevaux de timon, et ses deux points d'appui sur l'avant-train, l'un en avant, l'autre en arrière de l'essieu, mettent obstacle aux oscillations verticales du timon; enfin le point d'articulation n'est pas assez près de l'essieu pour priver complètement la voiture d'un certain tournant, sans cependant en être éloigné au point d'occasionner au timon des oscillations latérales : d'ailleurs la pression exercée par la crosse de l'affût sur la plaque de frottement contribue à assurer la stabilité du timon.

L'élévation des roues permet de faire tirer l'attelage sous un angle peu ouvert, en sorte que si les roues de l'avant-train étaient fortement engagées dans le sol, circonstance qui obligerait l'attelage à déployer un grand effort pour dégager la voiture, la traction s'exercerait sous un plus grand angle et serait par conséquent plus énergique.

La surface d'appui de l'arrière-train sur l'avant-train n'est pas assez étendue pour empêcher les essieux de se disposer dans des plans différents; et les deux trains étant réunis par une flèche, la grande hauteur des roues d'avant-train est compensée par une diminution de la largeur du corps de voiture, qui augmente le tournant. L'angle de tournant varie entre 31° et 38° environ.

La chaîne d'enrayage, fixée à l'arrière-train, enrayant une des roues de derrière, ne cesse d'être tendue dans les changements de direction; son point d'attache étant établi au-dessous de la flèche, la roue d'avant-train ne peut la rencontrer pendant l'exécution du demi-tour.

Néanmoins, ce mode d'enrayage laisse beaucoup à désirer. Pour nous en convaincre, voyons d'abord comment il s'applique : le conducteur du milieu, placé à gauche de l'attelage, met pied à terre, décroche l'étrier, l'engage du dedans au dehors autour de la jante inférieure de la roue gauche de l'affût, et fixe le crochet dans l'anneau de la chaîne. Du premier coup d'œil, on voit que la chaîne d'enrayage agit d'une manière des-

tructive sur la roue en la soumettant à un effort de traction oblique au plan de sa couronne.

L'action nuisible est, à la vérité, en partie atténuée par le grand éloignement du point d'attache de la chaîne, qui diminue son obliquité; et, comme on l'applique au point le plus bas de la roue, le rais sur lequel s'exerce son action est maintenu par la pression du poids du chargement. Mais, d'autre part, la chaîne ne proportionne nullement à la roideur de la pente et à la dureté du sol l'obstacle opposé au mouvement, et même le frottement de glissement de la roue enrayée étant proportionné à sa pression sur le sol, la résistance opposée au mouvement est d'autant plus forte que la pente est moins roide : effet diamétralement opposé à celui que l'on désire.

Un troisième inconvénient, et peut-être le plus grand, réside dans la nécessité d'arrêter la voiture pour enrayer; et, pour désenrayer, la grande tension de la chaîne oblige même de reculer la voiture, afin de la détendre. On peut aisément se rendre compte de l'influence fâcheuse des temps d'arrêt occasionnés dans la marche des convois par l'une ou l'autre de ces opérations. Imaginons, par exemple, un convoi de cinquante voitures seulement, et supposons que, pour enrayer ou désenrayer, on consacre une minute par voiture; ces opérations ne pouvant se faire que successivement à chacune d'elles, en commençant par la tête de colonne et à mesure de l'arrivée des voitures à l'origine de la descente ou à son pied, la première voiture aura une minute d'avance sur la seconde, deux sur la troisième, et ainsi de suite, en sorte que, si l'on ne veut pas arrêter la tête pendant plus de temps qu'il n'en faut pour enrayer ou désenrayer, la première voiture aura cinquante minutes d'avance sur la dernière, et le convoi, qui ne devrait occuper sur la route qu'une longueur de 1000 pas environ, s'étendra sur une longueur de 5266 pas, en conservant l'allure de 4000 mètres à l'heure. D'après cela on conçoit combien il serait difficile de défendre, en cas d'attaque,

un convoi d'une telle longueur; par suite, si l'on ne veut pas s'exposer à le perdre, il faudra faire arrêter la tête du convoi jusqu'à ce que la queue soit arrivée à sa distance : près d'une heure sera donc perdue à chaque montée ou descente. Par conséquent, si dans une marche de quelques heures on rencontre plusieurs descentes, le temps qu'elle exigera sera souvent double ou triple de celui qu'on eût employé si l'on pouvait appliquer le mode d'enrayage sans arrêter la marche. La perte de temps serait beaucoup plus considérable s'il s'agissait d'un convoi composé, comme d'ordinaire, de 100 ou 150 voitures.

Il faut donc, en général, n'enrayer que dans les cas d'urgence, afin de ne pas perdre de temps. Quand la descente sera longue, on changera de temps à autre le point par lequel la roue frotte, afin d'user uniformément la roue; et l'on devra même, après quelques jours de marche, permuter les roues pour les user toutes également. Le grand poids de nos voitures de siège oblige de ne jamais engager l'étrier entre les rais où se trouvent les écrous des chevilles de cercle.

Par compensation, ce système d'enrayage est simple et solide; il ne nuit en rien à l'indépendance des trains, ne gêne aucunement le service de la voiture, et il est d'une grande simplicité d'emploi. En résumé, nous croyons qu'il serait préférable d'appliquer aux voitures d'artillerie le mode d'enrayage usité pour les voitures du roulage, et nous ne pensons pas qu'il doive, comme on le prétend, gêner le service de la bouche à feu; quant au système à *sabot* ou à *enrayure*, il laisse trop à désirer, sous le rapport de la solidité, pour être d'un meilleur emploi que notre chaîne.

La voie de 1^m,53 aux affûts de 24, 18 et 12 est la même pour les deux trains; elle n'atteint que 1^m,48 à l'affût de 6 : il eût peut-être mieux valu adopter la même voie pour toutes les voitures.

Le poids de l'avant-train, sans roues, s'élève à 320^k; celui

du canon de 6 pèse moitié moins. On aurait pu réduire le poids total du système, qui varie de 5062^k à 2043^k, suivant le calibre, en adoptant, pour l'avant-train, des roues plus légères, tout en leur conservant le même rayon ; mais on aurait compliqué, sans une grande utilité, les approvisionnements :

L'armement des premières batteries rentre dans le cas des marches ordinaires ; cependant il se fait à travers champs pendant la nuit et sous le feu de l'ennemi ; sous ce rapport, un affût plus léger serait préférable, car le grand poids du système exige souvent un très-fort attelage.

Quant à l'armement des secondes batteries, il doit toujours s'exécuter à bras d'hommes en suivant les sinuosités des tranchées. Pour cela, l'affût étant séparé de son avant-train, on le conduit avec sa pièce la bouche en avant, et en agissant sur des leviers en galère assujettis à des prolonges fixées à l'affût : cette pénible opération exige un nombre considérable de bras.

Les conditions de grande solidité nécessaires à l'avant-train, intermédiaire entre le moteur et le fardeau à mouvoir, sont assez bien remplies ; l'effort de traction appliqué aux extrémités de la volée est transmis à la sellette, et de là à l'arrière-train, au moyen de tirants en fer solidement assujettis.

La crosse posant sur l'avant-train, la manœuvre pour faire passer la bouche à feu de ses encastresments de route dans ceux de tir, et *vice versa*, est facile et exempte de danger : la bouche à feu est, en effet, disposée sur un plan à peu près horizontal. Cette manœuvre s'exécute en quelques minutes ; après avoir introduit un levier dans l'âme, on soulève la volée pour placer, en dessous et le plus avant possible, un rouleau sous le second renfort ; il suffit alors de tirer sur un cordage fixé aux anses pour faire avancer la pièce et la conduire dans ses encastresments de tir en remplaçant seulement deux fois le rouleau. S'il s'agissait de conduire la bouche à feu dans ses encastresments de route, on la ferait mouvoir sur le rouleau en agissant sur un cordage fixé au bouton de culasse.

Quand la bouche à feu est dans ses encastrement de tir, la crosse est assez légère pour permettre de séparer les deux trains et d'être elle-même posée à terre : sa pression sur le sol ne dépasse pas 317^k à l'affût de 24 et 122^k à celui de 6 : la réunion des deux trains s'opère avec facilité, le poids de la crosse diminuant à mesure qu'elle s'élève.

Cet affût exige un tiers moins de temps que l'affût Gribauval pour être conduit de la troisième parallèle aux batteries de brèche. Enfin, dans l'ancien matériel de siège, le transport de chaque bouche à feu exigeait deux voitures et quatorze chevaux ; aujourd'hui que l'affût porte sa bouche à feu, il suffit d'une seule voiture attelée de huit à dix chevaux.

Attelage. — On n'est pas maître d'alléger les voitures de siège, parce qu'il faut absolument transporter des pièces d'un poids considérable ; mais comme les parcs de siège ne sont pas assujettis à manœuvrer en présence de l'ennemi sur un champ de bataille, et suivent ordinairement les grandes routes en marchant au pas, leurs voitures peuvent être traînées par un grand nombre de chevaux : car cheminant presque toujours en ligne droite, de longs attelages ne présentent pas de grands inconvénients.

Déterminons immédiatement le nombre des chevaux de l'attelage. Le cheval monté ne pouvant utiliser pour la traction que la moitié de son effort continu, chaque couple de chevaux développe $75^k + \frac{1}{2} 75 = 112^k$ de force. Si, dans le cas actuel, nous connaissons le rapport de l'effort de traction au poids du fardeau, le nombre de chevaux de l'attelage se calculerait aisément ; à défaut de ces données, nous savons que le cheval de roulage peut trainer, au pas, 1500^k sur une bonne route. D'après cela, demandons au cheval des équipages de siège le transport de 600^k, et nous serons alors assurés que le travail s'exécutera facilement ; ainsi, chaque couple trainera $600^k + \frac{1}{2} 600 = 900^k$, soit, en moyenne, 450^k pour la charge à trainer par chaque cheval de l'attelage. Si l'on s'est autant

éloigné de la fixation admise dans le service du roulage, c'est parce que l'on a eu égard aux privations sans nombre que les chevaux de troupe supportent souvent en temps de guerre.

La charge d'un cheval connue, une simple division du poids du fardeau par 900 indiquera le nombre de couples de chevaux dont il faut composer l'attelage : l'affût de 24, chargé de sa pièce, exige donc huit chevaux.

Le nombre de couples de chevaux déterminé, voyons la composition de leur harnachement, qui constitue, à proprement parler, le *mode d'attelage*.

La simplicité des approvisionnements et des remplacements a déterminé l'adoption, en Belgique, d'un seul système d'attelage pour toutes les voitures à quatre roues du nouveau matériel.

Les chevaux, rangés par couple, sont attelés traits sur traits; le conducteur, monté sur le cheval *porteur*, est placé à gauche du cheval *sous-verge*; le couple antérieur est désigné sous le nom d'*attelage de devant*; le suivant, du *milieu*, et les chevaux placés de côté et d'autre du timon constituent l'*attelage de derrière*.

Avant de décrire l'attelage, disons en quelques mots comment le cheval transmet son effort de traction à la voiture, afin de faciliter l'intelligence de la description. Un *collier*, enveloppant l'encolure du cheval, s'appuie contre ses épaules, mais non sur l'articulation, et donne attache aux *traits* qui le lient à la voiture.

Chaque cheval agit directement sur la machine; dans ce but, à l'exception des chevaux de devant, qui n'en ont qu'un, tous les autres portent de chaque côté un *double trait*, enveloppé dans un *fourreau* en cuir de 0^m,42 de longueur, servant à garantir les jambes du cavalier et le corps du cheval; à l'attelage de derrière, le trait particulier à l'attelage est seul engagé dans le fourreau, afin d'éviter la brisure du trait qui occasionnerait une déperdition de l'effort des attelages antérieurs, con-

sommée sur le cheval ¹. Le *trait fixe*, mobile dans le fourreau, reçoit directement l'effort de traction du cheval et prend attache au collier; l'autre, le *trait continu*, fixé dans le fourreau, prolonge jusqu'à la voiture les traits des chevaux qui précèdent. Ces traits, en fort cordage de chanvre, sont terminés à l'avant par des *bouts de chaîne* de 0^m,26 de longueur, qui facilitent leur allongement ou leur raccourcissement; deux *crochets d'attelage* terminent postérieurement les traits et sont, comme les bouts de chaîne engagés dans les *œillels* du trait, garnis d'une *chaussure* en fer. Les traits fixes placés au-dessus des traits continus se brisent à leur sortie du fourreau et vont prendre attache par leur bout de chaîne, quelquefois appelé *longe de trait*, aux *crochets d'attèles* du collier. Les traits se prolongent horizontalement dans toute la longueur de l'attelage, de la volée à la *sous-ventrière* de devant; ils reçoivent, dans l'une des mailles des bouts de chaîne qui les terminent à l'avant, les crochets d'attelage des extrémités postérieures des traits précédents. Il semblerait d'après cela que les traits de devant, étant *simples*, ne doivent pas être terminés par des bouts de chaîne; s'il en était ainsi, on ne pourrait permuter les chevaux de devant ni atteler de nouveaux chevaux sur les premiers. Le bout de chaîne du trait de devant est dit *de réserve*, il est long de 0^m,49. A l'attelage de derrière, le crochet du trait est recourbé pour mieux l'empêcher de se dégager de lui-même.

Les derniers traits prennent attache aux *palonniers*, traverses en bois, longues de 0^m,82, fixés par leur *crochet à clapet* et à *lamettes* aux tirants en fer assujettis au-dessous de la volée d'avant-train; ils reçoivent les crochets d'attelage dans les *œillels à lamettes* de leurs extrémités.

Examinons s'il n'eût pas été préférable d'attacher directement les traits à la volée; et pour cela, discutons l'utilité des pa-

¹ Il serait, nous semble-t-il, avantageux de sortir également des fourreaux les traits continus de l'attelage du milieu.

lonniers. Ils permettent au collier du cheval de derrière de suivre le mouvement des épaules pendant la marche, diminuant ainsi la fatigue de l'animal; en outre, ils amortissent les secousses de la voiture sur le collier et prolongent la durée des traits en leur épargnant les saccades qui tendent à les rompre; les palonniers produisent toujours une égale tension des traits pendant les changements de direction et quand une roue est arrêtée par un obstacle. Remarquons toutefois que ces avantages, parfaitement vrais pour les attelages de deux, perdent beaucoup de leur importance avec les attelages nombreux, où l'allure des chevaux d'une même file n'est pas absolument égale.

Les inconvénients des palonniers sont d'exiger une grande solidité pour résister à l'effort de traction de toute une file de chevaux; partant, il faut leur donner un poids assez considérable et en transporter de réserve, afin de remplacer ceux qui cassent. Il est souvent très-difficile de dételer un cheval abattu sans reculer la voiture, circonstances qui se présenteraient moins souvent si le trait était directement attaché à la volée.

Somme toute, les palonniers sont avantageux à l'attelage et soulagent l'avant-train en éloignant de l'essieu de devant le point d'attache des traits.

Le collier doit parfaitement s'ajuster autour du cou du cheval et ne jamais remonter ni descendre pendant la marche, afin de ne pas gêner la respiration de l'animal ou lui occasionner des blessures au garrot; et il faut pouvoir ajuster immédiatement le collier à un cheval quelconque, sans être obligé de le faire passer au préalable par les mains du sellier.

Le *corps* du collier, de cuir rembourré de paille de seigle à l'extérieur et de bourre de vache à l'intérieur pour ne pas blesser les épaules, s'appuie par les *mamelles* contre les muscles de l'encolure; la *liberté du cou* et celle de la *gorge*, qu'on y a ménagées, contribuent à l'empêcher d'occasionner de la gêne; une *capuche* couronne la partie supérieure du collier et rejette les eaux pluviales. Les *attèles* de fer, forgées d'une

pièce, réunies par leurs parties supérieures au moyen de deux *œillets* et fixées sur le collier par dix *petites courroies*, donnent de la force au collier, et lui conservent sa forme; fatiguant beaucoup vers les *crochets d'attèles*, on les a renforcées en cet endroit : deux *pièces de frottement* placées latéralement préservent le corps du collier de l'usure qu'occasionneraient les crochets d'attèles. Le collier est ouvert à sa partie inférieure et se ferme par le bas au moyen d'une *agrafe*, dont les deux *trous* permettent d'élargir ou de rétrécir à volonté le collier, selon le développement de l'encolure du cheval; l'agrafe est réunie à l'attèle de gauche par un *crampon* rivé, et une *cheville* également rivée au bout de l'attèle de droite est engagée dans l'agrafe, qu'on y retient à l'aide d'une *clavette* engagée dans un *trou* de la cheville et suspendue à une *lanière*. Ce mode de fermeture de l'agrafe est un peu compliqué, et la clavette est exposée à se perdre ou à se détacher : les *trous* pratiqués au bas des attèles permettent de fermer le collier au moyen d'une lanière, si l'agrafe ou sa clavette venaient à manquer. L'agrafe est terminée à sa partie inférieure par une *anse*, dans laquelle est engagé l'*anneau* de la *courroie du porte-timon* : le timon se soutenant de lui-même dans les voitures à contre-appui, cet anneau est sans utilité aux attelages de siège.

Il est surtout fort important d'empêcher le collier de remonter le long des épaules et de comprimer ainsi la gorge du cheval; or, le seul moyen d'empêcher ce mouvement, c'est d'attacher les traits à angle droit sur le collier, ou du moins cet angle doit atteindre 90° d'ouverture quand le cheval baisse l'avant-main pour donner un coup de collier. La *sous-ventrière*, de cuir double, fixée par sa *ganse* à 0^m,50 de l'extrémité antérieure du trait, est destinée à cet usage; devant se boucler en dehors pour la facilité de l'attelage, elle est attachée aux traits de droite du porteur, et à gauche à ceux du sous-verge : la partie du trait sur laquelle porte la sous-ventrière est garnie de cuir. Le déplacement du collier peut encore

résulter de l'inégalité de longueur des traits ; les bouts de chaîne donnent le moyen de remédier facilement à ce défaut : au reste, l'emploi de palonniers diminue l'importance de l'égalité des traits, cette pièce de la voiture se disposant d'elle-même obliquement si l'un des traits est plus court que l'autre. Le plan d'appui du collier sur les épaules est incliné à 75° environ, le bout de chaîne ou la longe de trait doit donc faire un angle de 15° avec l'horizon.

Le cheval porteur est muni d'une *selle*, destinée principalement à recevoir le conducteur, accessoirement à porter les traits et à maintenir le collier en place.

La selle se compose d'un *arçon* en bois de hêtre qui en forme le squelette ; les *arcades de devant* et de *derrière* ménagent la *liberté du garrot* et celle du *rognon*, pour éviter les blessures en ces parties sensibles du corps de l'animal ; les *longes*, assemblées en queue d'aronde dans les arcades, les réunissent ; les *pointes d'arçon*, reçues dans les *chaussures des panneaux*, lient l'arçon aux autres parties de la selle ; des *bandes* de fer renforcent supérieurement et inférieurement les arcades et maintiennent entre elles et l'arçon les *chapes de croupière* et de *contre-sanglon de collier*, par leurs *attaches* en tôle ; trois *crampons de charge* traversent la bande inférieure de l'arcade de devant, et y sont rivés ; deux *porte-étrivières* avec *rouleaux* à la partie postérieure, rivés sur l'arcade de devant et les *longes*, servent à fixer des *étrivières* qui portent les *étriers* en fer ; dans les étriers on distingue l'*œil*, les *branches* et le *plat* ou la *grille* ; sur les deux étrivières, avec *boucle à roulette*, et percées d'un même nombre de *trous* également espacés, glisse un *passant coulant*. Le *faux-siège*, en sangles clouées sur l'arçon, remplit le vide entre les *longes* et les arcades ; il est recouvert d'une toile garnie de bourre de vache et couverte d'une seconde toile. Sur l'arçon, on a cloué des *panneaux* rembourrés d'un tiers de bourre de vache et de deux tiers de crin, dont les *chaussures* reçoivent les *pointes d'arçon* : recouverts de

cuir de veau en dessus et de toile grise en dessous, les panneaux empêchent avec la *couverture* de laine placée immédiatement sur le dos du cheval, les blessures qu'occasionnerait indubitablement l'arçon s'il était directement placé sur l'animal, et servent à retenir la selle en place; des *bourrelets* de cuir terminent antérieurement et postérieurement les panneaux : la bourre doit aller en diminuant vers les *échancrures*; des *entailles*, pratiquées dans la doublure en toile, permettent d'introduire la bourre et le crin.

Le *siège* en vachette, placé extérieurement, occupe la partie supérieure de la selle; deux *quartiers* arrondis en cuir de bœuf garantissent les jambes du cavalier du frottement des boucles de la sangle, et les *faux-quartiers*, cloués sur la partie inférieure des longes, en préservent les panneaux. Des *bandes d'assemblage* réunissent les quartiers devant et derrière; le siège et les quartiers sont bordés de *tirants* en cuir par lesquels on les cloue sur la partie inférieure des longes; des *joncs* réunissent le siège aux quartiers. Le *troussequin*, rembourré de poil de vache à sa partie antérieure et assujetti par des *liens* à l'extrémité postérieure de l'arcade de derrière, empêche le conducteur de se porter trop sur la croupe du cheval.

Au *pommeau*, qui occupe la partie supérieure et antérieure de la selle, est fixé un *contre-sanglon de collier* prenant attache à celui-ci, afin de l'empêcher de basculer et de s'opposer à ce que la selle recule : s'il était bouclé trop court, le cheval tirerait la selle en avant quand il baisse la tête.

Une *ganse porte-selle*, clouée sur la partie inférieure de l'arcade de devant, sert à suspendre la selle dans l'écurie.

Il y a six *contre-sanglons de sangle*, interposés entre les quartiers et les faux-quartiers : deux sont fixés à la partie antérieure des porte-étrivières, les autres sont assujettis à leurs chapes, de fer, rivées par leurs attaches de tôle à la partie inférieure des longes; les contre-sanglons placés à gauche sont en cuir double, à cause de leur plus grande fatigue résul-

tant de ce que la selle se sangle du côté montoir. Deux *contre-sanglons porte-fourreaux*, doublés et brédés sur les contre-sanglons de sangle du milieu, servent, avec les *ganses porte-fourreaux* fixées sur ceux-ci en arrière de la sous-ventrière, à suspendre les traits afin de les empêcher de traîner sur le sol et d'empêtrer les chevaux quand ils ne tirent pas. Une ganse fixée sous le contre-sanglon porte-fourreau de l'attelage de derrière, supporte le trait continu, placé extérieurement au fourreau.

La *sangle à fourche*, de 1^m,40 de longueur, en cuir fort, passe sous le ventre du cheval et maintient la selle sur son dos; elle porte quatre *boucles enchapées*, deux *passants* de *contre-sanglon* et un de *sous-ventrière*: celui-ci, placé au milieu de la sangle, reçoit la sous-ventrière, afin qu'elle ne blesse pas le cheval.

La selle porte à sa partie antérieure la *fonte* et la *sacoche*. La première, en cuir de semelle avec *bande* de fer, recouverte de cuir à sa partie supérieure, est placée à gauche; elle se termine par un *bout de fonte* hémisphérique, et renferme le pistolet. La *sacoche*, de cuir, qui forme une poche contenant les objets de pansage, est couverte d'un *chaperon*; elle se ferme au moyen d'un contre-sanglon de *chaperon* et d'une boucle à passant. La fonte et la *sacoche* sont brédées de côté et d'autre sur le *chapelet* de cuir double, au moyen de *lanières* de cuir blanc; des *courroies de fonte et de sacoche*, avec *boucle* et *passant*, les assujettissent aux *chapes* de cuir, interposées entre l'arcade de devant et les quartiers et fixées par les crampons de charge.

On attache le manteau du conducteur sur le devant de la selle, au moyen de trois *courroies de paquetage* de 1^m de longueur, passées dans les crampons de charge.

Le contre-sanglon du collier empêche la selle de reculer; la *croupière*, engagée dans la chape de la selle, s'oppose principalement à son déplacement en avant. La queue du cheval est engagée dans le *culeron*, qui réunit les deux extrémités de la *fourche* et prolonge le *contre-sanglon de croupière* muni d'une *double chape* avec *boucle à roulette* et *passant*. L'extrémité pos-

térieure de la croupière est terminée par l'*anneau de porte-trait*; celui-ci, triangulaire aux attelages de devant et de milieu, affecte la forme d'un D allongé à l'attelage de derrière. A l'anneau sont fixés les deux *porte-traits*, destinés à supporter les traits, et deux *ganses de crochet d'attelage*, dans lesquelles on engage les crochets de l'extrémité des traits quand on dételle : l'anneau de la croupière des chevaux de derrière, donnant en outre attache à deux *porte-avaloire*, est plus allongé que les autres.

La *sellette* du sous-verge sert au transport d'une partie de l'habillement du conducteur, et remplit les fonctions accessoires de la selle, dont elle affecte à peu près la forme, mais en petit. L'arçon n'a pas d'arcade de derrière, le *troussequin*, consolidé par une *bande d'arcade de derrière*, étant collé et cloué sur la partie postérieure des longes; une *garniture* en veau recouvre les parties supérieures et antérieures de l'*arcade de devant*. Deux *supports* de fer, assujettis à l'extérieur des longes, fixent les *contre-sanglons porte-fourreau et de sangle*; leurs *barres de séparation* en fer empêchent le déplacement de ces courroies : la sangle est conforme au modèle adopté pour la selle. Deux *crampons de charge* sont placés à l'avant, deux autres traversent les longes et la bande d'arcade de derrière. Aux *quartiers* sont cousus intérieurement deux grands *passants*, dans lesquels on engage les contre-sanglons porte-fourreaux, afin d'empêcher le relèvement des quartiers. Deux *porte-fers* arrondis, avec *sacs à clous* qui se ferment à l'aide d'un *contre-sanglon* et d'une *boucle*, sont appliqués au milieu des quartiers : ils reçoivent des fers à cheval et des clous de rechange.

Les *courroies de charge* de la sellette ont même longueur qu'à la selle.

La *bride* de cuir supporte le *mors* de fer, instrument destiné à diriger et à conduire le cheval par l'intermédiaire des *rênes*. Le même modèle de bride sert, avec quelques modifications, au porteur et au sous-verge.

Elle est formée de deux *montants* réunis par les *boucles* de leur partie supérieure aux *contre-sanglons de tête*; celle-ci s'applique sur l'occiput, point culminant de la tête du cheval situé en arrière des oreilles; deux *fleurons* de cuivre ornent les passants de la tête, et sur la partie supérieure de la bride du porteur est placée une *gourmette de réserve* engagée dans un *passant* et accrochée par ses extrémités dans deux *liens*. Le *frontal* retient la tête en place; dans les *ganses* passent les contre-sanglons des montants et de la sous-gorge; la *sous-gorge à boucle* prolonge la tête et se place derrière les grands maxillaires postérieurs de l'animal, afin de s'opposer à ce que la bride tombe en avant : les *coutures de séparation* du frontal l'empêchent de remonter. Deux *contre-sanglons porte-mors* et deux *boucles* terminent inférieurement les montants. Une *muserolle* engagée dans les *passants* du montant, sa *boucle* en arrière, s'oppose à ce que le cheval ouvre la bouche pour se soustraire à l'action du mors, qu'elle rend plus prompte et plus régulière.

Le mors du porteur se compose de trois parties : l'*embouchure*, les *branches* et la *gourmette*. L'embouchure est reçue dans la bouche du cheval, ses *canons* portent sur les barres, la *liberté de langue* loge la langue et les *fonceaux* sont rivés sur les branches; celles-ci, placées latéralement et perpendiculairement aux extrémités de l'embouchure, forment leviers; leurs *œillels* ovales reçoivent les porte-mors de la partie inférieure des montants, et donnent attache à l'*esse* du côté droit et au *crochet de gourmette* à la *branche gauche*. La gourmette fournit le point d'appui au levier et s'applique par ses *mailles* sur la fossette du menton, partie postérieure des barres; les *maillons* qui la terminent à ses extrémités enveloppent la barbe, et le dernier maillon du côté droit reçoit l'*esse* qui fixe la gourmette au mors; un des derniers maillons de gauche s'engage dans le *crochet de gourmette*. Les branches du mors, contournées en *esse*, sans être cependant ni *flasques* ni *hardies*, sont terminées

inférieurement par deux *œillels* pour les *anneaux de rênes*, auxquels on attache les *contre-sanglons* de rênes, afin de les fixer ensuite à leurs boucles enchapées. Les rênes, de 1^m,30 de longueur, se réunissent vers leurs extrémités; un *bouton coulant* glisse sur les rênes et sert à les ajuster : un *bouton fixe* placé à l'extrémité l'empêche de se dégager.

Sous la bride et immédiatement sur la tête du cheval on met un *licol* ou *licou* destiné à attacher l'animal dans l'écurie. Le licou se compose d'un *grand montant* formant têtère et divisé pour fournir la *sous-gorge* avec *boucle*; le *contre-sanglon* de la sous-gorge, qui appartient également au grand montant, est placé du côté gauche; le *petit montant*, fixé au *contre-sanglon* du grand, est du même côté; le grand montant passe dans les *ganses* du *frontal* et dans un *grand anneau* placé sous la *ganache* du cheval; la *chape d'assemblage* de têtère de la bride réunit les têtères de bride et de licou. Une *muserolle* engagée dans le grand anneau, maintenue obliquement par deux *pièces d'assemblage*, brédies aux montants et à la muserolle, porte un *bouton coulant* de cuir destiné à être glissé contre la *ganache* pour serrer la muserolle; un *petit anneau* double réunit le grand anneau à une *double gause*, dans laquelle passe la *sous-gorge*.

Enfin, une *chaîne* à mailles torses, terminée à l'une des extrémités par un *touret* avec *crochet*, est fixée au grand anneau; son autre extrémité porte un *billot* de fer battu. En marche, cette chaîne est tournée une fois et demie autour du cou du cheval, et son billot arrêté dans la chape d'assemblage de têtère : elle sert à attacher le cheval dans l'écurie.

La bride du sous-verge ne porte pas de gourmette de réserve; elle est, aux rênes près, la même que celle du porteur. La rêne de droite ou *fausse rêne*, destinée à empêcher le cheval d'appuyer à gauche, s'attache à l'*œil* de la branche droite du mors, et la *ganse* qui la termine s'engage dans l'*anneau-crochet portefouet*, fixé à l'attèle du collier; la rêne du côté gauche, ou *rêne de main*, servant à diriger le sous-verge, liée aux deux œils des

branches du mors par son *contre-sanglon* et sa *boucle*, est également terminée par une *ganse*.

L'embouchure du mors du sous-verge est pareille à celle du porteur; les deux *demi-branches*, très-courtes, portent des œils d'inégales dimensions, qui livrent passage aux deux rênes : l'œil de droite est naturellement le plus grand; le mors du sous-verge ne comporte pas de gourmette, la rêne de main en tient lieu.

Jusqu'à présent, parmi ces différentes parties du harnachement, communes à tous les chevaux, et que nous venons d'examiner, nous n'avons pas encore vu de pièces destinées à faire reculer la voiture ou à la retenir dans les descentes. Pour cet objet, les chevaux de derrière sont munis d'une *avaloire*, large bande de cuir d'une longueur de 1^m,17, qui enveloppe leurs fesses et donne attache, par ses deux *grandes boucles enchapées*, à la *plate-longe*, longue courroie mesurant 3^m,50, formée de plusieurs bandes de cuir piquées.

La *plate-longe* passe sur le poitrail du cheval et se prolonge des deux côtés jusqu'aux flancs de l'animal, où elle se fixe à l'*avaloire*; deux *anneaux de plate-longe*, engagés dans les *œillets* inférieurs des attèles du collier, reçoivent la *plate-longe* et soutiennent horizontalement sa partie antérieure. Dans la *plate-longe* glisse un *anneau* qui, amené sur le devant, reçoit la *courroie de timon*, en fort cuir double à *boucle et passant*, destinée à réunir la *plate-longe* et l'*anneau carré* du bout de timon.

A la partie inférieure des boucles de l'*avaloire*, sont fixées deux *ganses porte-traits*, dans lesquelles on engage les traits pour les empêcher de trainer sur le sol quand les chevaux ne tirent pas; et quatre *boucles à roulette et passant*, fixées sur l'*avaloire*, servent à la suspendre aux *contre-sanglons* de la croupière : le *contre-sanglon porte-avaloire* antérieur doit s'appliquer en arrière des hanches du cheval.

Sur la partie inférieure du *manche* de bois du *fouet*, donné

au conducteur pour stimuler son attelage, et particulièrement le sous-verge, on a ménagé une *poignée* ; une *douille* de fer est rivée sur son autre extrémité : l'*œillet* de la douille reçoit la *batte* du fouet terminée par une *mèche*, facilite l'accrochage du fouet au crochet du collier, et la *ganse* de la poignée permet d'y engager la main.

Examinons si ce mode d'attelage réunit les conditions voulues.

Sur un sol ferme les chevaux ne tirent pas sous l'angle le plus favorable à la traction, les traits de derrière étant seuls légèrement inclinés ; car les traits horizontaux sont élevés de 0^m,96 au-dessus du sol, par conséquent de 0^m,17 au-dessus des tirants de la volée ; mais dans les mauvais chemins, quand on doit exiger de l'attelage un grand effort, l'enfoncement des roues d'avant-train dans le sol abaissant la volée, les traits de derrière se placent d'eux-mêmes sous l'angle le plus favorable : au reste, il est impossible de faire tirer les chevaux dans les meilleures conditions, tant qu'on les attelle trait sur trait, à moins d'avoir un attelage formé de chevaux de plus en plus grands, à mesure qu'ils s'éloignent de la volée. La chute d'un cheval ne peut occasionner celle d'un autre, et comme il suffit de décrocher les traits pour retirer un cheval de l'attelage, les remplacements sont faciles.

Le système de harnachement est simple ; mais les doubles traits gênent beaucoup l'action des jambes du conducteur sur sa monture. Quand on a soin de ne pas attacher trop court les ganses porte-fourreaux et les porte-traits, l'effort des chevaux ne subit guère de décomposition, et, si le trait continu de l'attelage du milieu était hors du fourreau, il n'y aurait, pendant la marche en terrain ordinaire, de force consommée sur les traits qu'une faible partie, égale au produit de l'effort de traction par $\sin 15^\circ$, de la force individuelle de chaque cheval, par suite de la brisure du trait occasionnée par la sous-ven-

trière qui maintient le collier en place : car les traits continus seraient alors en ligne droite d'un bout à l'autre de l'attelage ; tandis qu'en terrain accidenté, au passage des crêtes et ravins, une bonne partie de la force des chevaux est toujours consommée sur ceux qui suivent. En effet, quand un des attelages antérieurs est parvenu sur une crête, ses traits se rapprochent du sol et tirent de haut en bas les bouts de chaîne des traits des chevaux placés immédiatement derrière ; dans les premiers instants, les extrémités antérieures des traits s'abaisseront sans exercer de traction sur les colliers, mais quand les bouts de chaîne seront placés perpendiculairement au plan de l'autre versant de la crête, ils transmettront, en vertu de leur inextensibilité, une pression sur l'encolure des chevaux et tendront à abattre l'attelage ou à le soulever au moyen des sous-ventrières, suivant que l'on franchit une crête ou un ravin.

La dimension des traits a été établie de manière à concilier la longueur de l'attelage avec la commodité des chevaux, pour leur laisser assez de liberté et empêcher cependant leur empêtrement ; les traits de l'attelage du milieu, égaux à ceux de devant, sont les plus longs, afin de permettre aux chevaux du milieu d'éviter le bout du timon, et pour donner plus de liberté à l'attelage de devant : ils ont 2^m,70 de longueur ; les traits de derrière, les plus courts, mesurent 2 mètres ; quand on attellera les chevaux de milieu par derrière, il faudra donc raccourcir les traits par un nœud de galère.

En dépit des courroies porte-traits fixées au crochets-d'attelages des colliers, des porte-traits de la croupière et des ganses porte-traits, souvent les chevaux s'empêtrent pendant les changements de direction : c'est là un grave inconvénient de notre système d'attelage ; on objectera peut-être que si les conducteurs exécutent le demi-tour suivant la lettre du règlement, cet accident ne peut se produire, mais si l'on observe que les bons conducteurs sont déjà très-rares en temps de paix quand on a le temps de les exercer parfaitement, ils le

seront bien davantage au moment où il faudra entrer en campagne. Cet accident, très-fréquent sur le champ d'exercice où les hommes conservent tout leur sang-froid, pourra, certes, se produire devant l'ennemi et occasionner quelquefois la prise de la voiture. Les traits des attelages antérieurs pressent les chevaux de derrière pendant les changements de direction ; ils les sollicitent donc à tourner trop court et à briser le timon.

Le collier est en général bien établi, il a environ 0^m,58 de longueur : s'il était trop long pour le cheval, on y adapterait un *coussinet de collier* ; la sous-ventrière doit être tendue de manière à placer le bout de chaîne sous un angle voisin de 90° par rapport au collier, afin de l'empêcher de se déplacer. La selle occasionne assez souvent des blessures, elle exige beaucoup d'attention de la part du conducteur.

Comme on ne peut pas confectionner un mors particulier pour chaque cheval, afin de proportionner autant que possible la dimension de l'embouchure à celle de la bouche de l'animal, on fait des embouchures d'une longueur moyenne de 0^m,125. Les canons du mors produisent leur action par la douleur qu'occasionne leur pression sur les barres, quand, au moyen des rênes, on attire le bas des branches vers l'encolure : le haut des branches se meut alors en avant et serre la gourmette, en sorte que pour se soustraire à l'action du mors le cheval obéit à la volonté du cavalier. D'après cela, la grosseur des canons dépend plus ou moins de la sensibilité de la bouche du cheval : on leur a donné 0^m,02 près des branches. La liberté de langue, dont la largeur est d'environ le tiers de celle de l'embouchure, ne doit pas être plus haute que large. La longueur de l'esse et celle du crochet de gourmette doivent être appropriées à la bouche du cheval, sinon l'action du mors peut faire remonter la gourmette. Les boucles des montants servent à allonger ou à raccourcir les montants, dont la longueur doit être déterminée de telle sorte que les canons portent à un doigt des crochets d'en bas, sans faire froncer la commissure des

lèvres; les montants s'appliquent en arrière des os des tempes.

Il faut avoir soin de ne pas suspendre l'avaloire trop en dessous de la pointe des fesses, si l'on veut éviter qu'elle descende le long des cuisses et manque en partie son effet quand le cheval fait reculer la voiture; sans gêner la respiration du cheval, la plate-longe doit être assez courte pour que, en reculant, l'attelage ne touche pas la volée.

En résumé, notre système d'attelage est bon, simple et d'une bonne conservation, si, deux fois par an, on a soin de le graisser à l'huile de pied de bœuf; son poids est cependant un peu considérable, et le transport d'une charge de 50^k par sous-verge, ou de 115^k par porteur, diminue sensiblement leur force de traction.

Avant-train de l'obusier de siège.

L'avant-train de siège, ancien système modèle Gribauval, employé avec l'affût d'obusier de siège, diffère beaucoup de celui que nous venons de décrire.

La *cheville ouvrière*, en forme de deux troncs de cône superposés, est placée immédiatement au-dessus de l'*essieu* de bois, exhaussé au moyen d'une *sellette*, également de bois : elle traverse la sellette et l'essieu, au-dessous duquel est placé son *écrou*. La grande élévation de la cheville dispose les crosses à hauteur des roues de derrière, et donne à la voiture un tournant suffisant, malgré le grand écartement des flasques.

Entre l'essieu et la sellette, reliés ensemble par deux *étriers* de fer, sont encastrés deux *armons* de bois dont les extrémités antérieures convergent pour embrasser le timon; celui-ci est retenu entre les armons par une *frette* et deux *boulons d'assemblage*.

La *volée fixe*, maintenue par deux *chevilles* à tête carrée sur la partie supérieure des armons, donne attache, par ses *œillets* à *anneau*, aux *palonniers* sur lesquels tirent les chevaux de timon.

La *sassoire*, recouverte d'une *bande de renfort*, est assujettie

au moyen de deux *chevilles* sur l'extrémité postérieure des deux armons. Elle donne à l'arrière-train un second point d'appui en arrière de l'essieu d'avant-train, afin de le maintenir horizontal, ainsi que le timon ; et sa longueur est suffisante pour soutenir la crosse pendant les changements de direction. Le dessous de la lunette de crosse frotte sur la *coiffe* en fer de la sellette.

Les *crochets* de deux *tirants* en fer, engagés dans les *œillet*s de la volée, la relie à l'essieu ; les extrémités postérieures filetées, de ces tirants, traversent le corps d'essieu qui donne appui à leur écrou.

Les armons sont fixés dans leurs encastrement par deux *chevilles*, à tête carrée et oblique noyée dans la sellette, qui traversent la sellette et l'essieu.

L'affût ne portant pas d'encastrement de route, son centre de gravité est très-rapproché de l'essieu d'arrière-train, et afin d'empêcher la séparation des trains, si la verticale du centre de gravité vient à tomber en arrière de l'essieu, on les relie par une *chaîne d'embrelage*.

A l'exception de l'équignon, qui a été supprimé, l'essieu est en tout pareil à celui de l'affût ; les roues, construites également d'une manière analogue, n'ont que dix rais et cinq jantes ; leur hauteur est moindre de 0^m,33. Un *brabant à fourche* sert de rosette à l'écrou de la cheville ouvrière et supporte l'essieu.

Le bout du timon est garni d'une *happe* : le *crochet* de la happe sert à fixer la *volée de bout de timon*, sur laquelle tirent les chevaux de devant de l'attelage ; son *grand anneau* donne attache aux deux *chaines de retraite*, servant à retenir la voiture dans les descentes et à la diriger dans les changements de direction.

L'adoption de petites roues pour l'avant-train nuit à la facilité du tirage, mais procure un assez grand tournant : il eût mieux valu sacrifier en partie le tournant et ne rien négli-

ger pour diminuer le tirage. Le peu de grandeur des roues empêche de faire porter par l'avant-train une partie de la charge, en sorte que cette voiture laisse beaucoup à désirer sous le rapport du charroi. N'ayant pas à équilibrer les pressions de l'arrière-train, on a cru pouvoir placer la cheville ouvrière sur l'essieu, sans donner à l'arrière-train un second appui en avant du premier essieu : les oscillations ascensionnelles du timon, qui résultent de cette position de la cheville ouvrière et de sa grande élévation, gênent beaucoup l'attelage. La sassoire s'oppose à l'abaissement du timon.

Les petites roues de l'avant-train font porter l'essieu sur le sol et l'exposent à se rompre quand elles sont engagées dans des ornières profondes.

L'avant-train pèse 348 kilogr. ; il porte donc le poids total de la voiture chargée de sa bouche à feu à 1870 kilogrammes.

La sassoire empêche les canonniers d'approcher de la cheville ouvrière; cet inconvénient, joint à la grande hauteur à laquelle il faut élever les crosses, gêne beaucoup la séparation et la réunion des trains.

Cette voiture comporte le même attelage que les deux suivantes.

Chariot à canons ou porte-corps.

Anciennement, une voiture désignée sous le nom de *chariot à canons* ou *porte-corps* était exclusivement destinée à transporter les pièces de siège : les affûts de siège, système Gribauval, n'étant pas propres au transport de leur bouche à feu. Aujourd'hui, cette voiture est encore employée de la même manière pour les déplacements dans l'intérieur du pays, afin de ne pas fatiguer inutilement les affûts de siège.

Le chariot à canons se compose de deux trains réunis par une *cheville ouvrière*; l'occasion de séparer les trains ne se présentant presque jamais, on n'a pas cherché à faciliter cette opération.

Le corps de voiture se compose de deux *brancards*, assez peu écartés pour supporter les tourillons des bouches à feu, réunis par deux *boulons d'assemblage* et deux *traverses* fixées par quatre *chevilles* au-dessous de l'extrémité antérieure des brancards. Une *sellette*, échancrée à sa partie supérieure pour donner appui à la volée de la bouche à feu, pénètre par ses *tenons* dans les *mortaises* des brancards : elle pose sur l'essieu d'arrière-train de bois, et exhausse les brancards. La réunion de la sellette et de l'essieu s'opère au moyen d'une *cheville de sellette et d'essieu* au milieu et de deux *étriers à pattes* sous les brancards : la *tête* carrée de la cheville est noyée dans la sellette, son *écrou* repose sur l'*équignon* de l'essieu, et les étriers relient en même temps les brancards, sur lesquels ils sont fixés par quatre chevilles. Deux *arcs-boutants* de fer, fixés à la partie antérieure par deux *chevilles* au-dessous des brancards et retenus par leur autre extrémité sur la face postérieure de l'essieu qu'ils traversent, consolident la réunion des brancards et de l'essieu ; leurs *écrous* s'appuient sur les étriers à pattes. Les bouts des brancards sont garnis de *frettes*.

L'essieu, analogue à celui d'obusier de siège, est renforcé par les mêmes ferrures. Les brancards portent vers le milieu de leur longueur deux *plaques d'appui des roues*, fixées au moyen de clous, qui empêchent, dans les tournants, l'usure des brancards par leur contact avec les roues.

Entre les deux traverses de la partie antérieure, un *lisoir* de bois, renforcé en dessous par une *coiffe* de fer, est assemblé à *tenons et mortaises* dans les brancards, et assujéti par deux *chevilles* ; le *trou* dont il est percé en son milieu reçoit la cheville ouvrière de l'avant-train ; la culasse de la bouche à feu repose dans l'échancrure de la partie supérieure du lisoir, dont la partie inférieure présente une saillie arrondie d'un tracé parallèle à l'évidement de sa partie supérieure.

L'arrondissement du dessous de cette pièce n'établit qu'un seul point de contact entre le corps de voiture et l'avant-train,

dont la *sellette* est également arrondie à sa partie supérieure ; deux *chevilles* à *tête* ronde traversent obliquement le lisoir, et empêchent l'écartement des fibres du bois.

Comparé à l'avant-train d'obusier de siège, celui du chariot à canons n'en diffère que par son essieu renforcé d'un *équignon*, percé de cinq *trous* : le trou du milieu reçoit la cheville ouvrière, et les quatre autres livrent passage aux *chevilles* qui réunissent l'essieu à la sellette ; les deux chevilles extrêmes ont leur *tête* encastree dans la partie supérieure de la sellette ; celles du milieu, à *tête* ronde, traversent les armons et maintiennent en même temps deux *étriers arc-boutants*, destinés à consolider la réunion des armons et de l'essieu. Quatre chevilles assujettissent les arcs-boutants aux armons.

Afin de soutenir la partie antérieure du corps de voiture dans toutes les positions de l'avant-train pendant les changements de direction, il y a un *rond* de fer, fixé par deux *chevilles* sur le milieu de la face inférieure des traverses de l'arrière-train, et au-dessous des brancards, au moyen de deux autres *chevilles* à *tête* carrée ; ce rond repose sur deux *jantes de rond* assujetties, par les quatre chevilles des *étriers arc-boutants*, à la partie supérieure des armons de l'avant-train : les chevilles qui fixent le rond de fer sous les brancards traversent les tenons du lisoir.

Les roues d'avant-train sont exactement du même modèle et de la même dimension que les roues d'avant-train de l'obusier de siège ; celles d'arrière-train, construites suivant les mêmes règles, mais de plus forte dimension, ont un diamètre de 1^m,43. La voie est la même que celle des voitures de siège du nouveau matériel.

L'exhaussement considérable de la cheville ouvrière dispose les brancards horizontalement, quand les deux trains sont réunis ; de sorte que le fardeau ne tend pas à en descendre par suite des cahotements de la marche. Chaque brancard porte deux *taquets* de bois ; un *étrier* maintenu sur le taquet, par

une *cheville* à tête perdue, permet de l'assujettir, au moyen de sa *bride* et de ses deux *écrous*, à l'emplacement convenable. Les tourillons de la bouche à feu sont reçus entre les taquets, ses extrémités reposent sur le lisoir et sur la sellette de l'arrière-train ; pour répartir dans les proportions voulues le poids de la charge sur les deux trains, l'emplacement des taquets est indiqué par des traits et des chiffres gravés sur la face latérale externe des brancards.

Le grand diamètre des fusées en bois de cette voiture rend le tirage très-pénible ; l'angle de tournant du chariot est de $33^{\circ} 1/2$.

Les manœuvres de force nécessaires avec cette voiture sont simples, faciles, et s'exécutent par quatorze hommes, à l'aide de leviers, poutrelles, rouleaux, échantignolles et de cordages. On recule le chariot de manière à conduire les roues d'arrière-train contre la crosse de l'affût dont on veut enlever la bouche à feu pour la placer sur le chariot, ou réciproquement ; les roues étant calées en avant, après avoir baissé la volée de la bouche à feu pour placer un rouleau sous sa culasse, puis un second dans l'encastrement des tourillons, on établit de chaque côté des flasques, sur le corps d'essieu, une échantignolle de manœuvre et sur celle-ci deux poutrelles ; après avoir fixé un cordage au collet du bouton de culasse, on dispose des rouleaux sur les poutrelles et sous le premier renfort ; il ne reste alors qu'à pousser la volée en arrière pour conduire la bouche à feu sur le porte-corps, à enlever les rouleaux, à appuyer le premier renfort sur le lisoir et à descendre la volée sur la sellette de derrière. La bouche à feu est contenue, pendant la manœuvre, par des leviers engagés dans les anses.

La pièce est portée du chariot sur son affût par une manœuvre inverse.

Chariot à mortiers.

Les mortiers et les pierriers sont conduits, montés sur leurs

affûts, au moyen d'une voiture analogue au chariot à canons appelée *chariot à mortiers*.

Ce chariot est construit d'après les mêmes principes que le précédent.

Les brancards, supportant ici toute la charge, à cause de la faible longueur du fardeau, sont renforcés par deux *bandes* de fer; deux *vis sans fin* à *manivelles*, exhaussées au-dessus des brancards, sont placées l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, et supportées par des *entretoises*. Chaque vis engrène dans une *roue dentée* placée au milieu d'un *treuil*, sur lequel s'enroulent deux *cordages*, terminés par une *ganse* ferrée, glissant sur des *rouets* de cuivre, montés sur un *boulon* de fer qui traverse les brancards. Ceux-ci portent quatre *étriers* de fer, percés de *trous* pour recevoir deux *boulons* à écrou, sur lesquels l'affût repose par les entailles de ses flasques, quand les quatre cordages fixés aux crochets de manœuvre l'ont suffisamment élevé au-dessus du sol. Deux espèces de *coffrets* recouvrent les treuils et préservent les cordages de l'humidité.

Le chargement et le déchargement de cette voiture sont exécutés, dans les batteries mêmes, par huit hommes. Afin d'élever suffisamment l'arrière-train du chariot pour le conduire au-dessus du mortier, on place de côté et d'autre de l'affût deux pièces de bois qui affectent la forme de segment circulaire; pendant les marches, ces pièces sont transportées sur la partie supérieure des brancards.

Attelage. — L'obusier de siège et les chariots du système Gribauval ne s'attellent pas de la même manière que les voitures du nouveau matériel; ils comportent l'attelage à *l'allemande*, adopté en France pour le service des sièges.

Dans cet attelage, les chevaux de derrière tirent seuls sur la volée par l'intermédiaire des palonniers, et portent un harnachement analogue à celui des autres voitures : toutefois la sous-ventrière est inutile dans ce cas. Les chevaux de devant

agissent sur une *volée mobile*, fixée au crochet du bout de timon. Pour plus de simplicité, les harnais ordinaires sont employés à ce service.

Avec ce mode d'attelage, le timon réclame un plus grand jeu, si l'on veut éviter les accidents au passage des crêtes ou des ravins, attendu que les chevaux de devant développant toutes leurs forces sur le bout du timon, celui-ci en dépense une grande partie sur le collier des chevaux de derrière par l'entremise des chaînes de retraite, nécessaires pour faire reculer la voiture et la retenir dans les descentes.

Quand cet attelage ne comporte que quatre chevaux, il réunit toutes les conditions d'un bon système de harnachement ; aussi le roulage l'emploie-t-il exclusivement pour conduire de lourds fardeaux.

VOITURES POUR LE TRANSPORT DES APPROVISIONNEMENTS.

La deuxième catégorie des voitures d'équipage de siège en renferme deux espèces différentes : les unes, employées au transport des approvisionnements depuis les parcs jusqu'aux batteries, seront établies de manière à pouvoir charger indifféremment des barils de poudre, des projectiles ou des bois à plate-forme ; les autres doivent transporter des projectiles, des poudres en barils, des armes portatives, des artifices et des outils.

Les voitures de la première espèce, forcées de circuler par les tranchées et de suivre les sinuosités des boyaux de communication, sont des *charrettes*.

Parmi les voitures de la seconde espèce, on distingue un *chariot* semblable au chariot à canons, mais un peu plus long et plus large, employé au transport des grosses bombes, et le *chariot-prolonge*, qui appartient plus spécialement au service des équipages des parcs, sera examiné plus loin.

Charrette de siège.

La charrette de siège qui exige un tournant très-court, doit nécessairement être à deux roues et d'une faible longueur; une extrême simplicité, une grande facilité de chargement et de déchargement lui sont indispensables; le poids de son fardeau doit être réglé de telle sorte que deux chevaux suffisent pour la mouvoir commodément.

Elle consiste en deux *brancards*, formant limonière par leur prolongement et assemblés au moyen de six *épars*, qui supportent des *planches de fond*. Ce corps de voiture est monté sur un *essieu* et deux *roues* du modèle adopté pour les affûts de campagne. Deux *crochets*, fixés en avant de l'épars antérieur et à la face externe des brancards, donnent attache aux traits du cheval limonier; deux *étriers de ranchet*, placés vers la partie antérieure des limons, servent à faire reculer la voiture. Une *branche mobile*, de fer, fixée au brancard de gauche, donne, par son *œillet* attache au cheval de gauche. Deux *étriers*, placés extérieurement à chaque brancard, servent à fixer des *montants* contre lesquels on appuie des *planches de côté*, quand la nature particulière du chargement exige une espèce de coffre pour le contenir. La charrette sert particulièrement dans les convois au transport des projectiles et des bois à plate-forme.

Les limons dirigent parfaitement la voiture, mais ils bousculent le cheval et courent risque de se rompre quand on franchit des obstacles.

Le faible poids de la voiture permet de se passer de moyen d'enrayage; si dans une forte descente on craignait un accident, il faudrait atteler le cheval porteur en retraite sur le derrière de la charrette.

Attelage.—Le *sous-verge limonier*, dirigeant seul la voiture et soutenant sa partie antérieure, a besoin d'une *dossière*, large bande de cuir double, qui embrasse les deux limons et

repose sur une *sellette* pour éviter de blesser l'animal, en augmentant le nombre de ses points d'appui sur le dos de celui-ci. La *sous-ventrière* s'oppose au relèvement des limons par suite des oscillations de la voiture. A cela près, le harnais du limonier est analogue à celui des chevaux de derrière de nos voitures du nouveau matériel; il comporte également l'*avaloire*, pour retenir dans les descentes et reculer la voiture. La tendance au mouvement de bascule fait que la sous-ventrière occasionne des blessures au cheval quand on gravit une montée; quelquefois cette pièce du harnachement casse, et alors la voiture se renverse. Dans les descentes, au contraire, la dossière blesse souvent le dos du cheval.

Le porteur, placé à gauche un peu en avant du limonier pour la commodité du conducteur, tire sur deux traits attachés par un *crochet* dans l'œil de la branche mobile du limon de gauche; une *traverse* de bois, faisant la fourche à chaque bout, donne aux traits l'écartement suffisant pour embrasser le cheval et éviter de lui occasionner des blessures : il ne porte naturellement pas d'*avaloire*.

Il suit du mode d'attelage de cette voiture que la résultante des efforts des chevaux n'agissant pas dans le plan de symétrie du système, la voiture est à la fois sollicitée à se porter en avant et à tourner autour d'un axe perpendiculaire au sol : en sorte que si le terrain n'offre pas une résistance suffisante à la rotation, le flanc du limonier supporte une pression de la part des brancards. Dans les chemins assez larges, il vaudrait donc mieux atteler trois chevaux de front.

Idee générale d'un équipage de siège.

Après avoir fait connaître les différentes voitures qui entrent dans les équipages de siège, il convient, pour fixer les idées, de terminer cet article par quelques notions sur la composition d'un équipage de siège.

Quand la place que l'on doit réduire est connue à l'avance, on peut déterminer assez exactement la composition de l'équipage de siège, d'après les renseignements que l'on a pu se procurer.

Le nombre des bouches à feu de l'équipage dépend surtout de l'espèce et de la nature des fortifications de la place, de la force de son armement et de l'état des défenses ; on ne doit jamais perdre de vue que, dès l'ouverture du siège, le feu de l'attaque doit acquérir une supériorité sur celui des remparts et la conserver jusqu'à la fin.

L'approvisionnement en munitions varie selon la durée probable du siège, c'est-à-dire avec l'état de l'armement des ouvrages, l'approvisionnement en munitions de bouche et de guerre accumulé dans la place, le moral des habitants et de la garnison, enfin avec les talents militaires du commandant. Le calibre et l'espèce de bouches à feu découleront de ces divers renseignements qui fixeront à peu près le nombre et l'espèce des batteries qu'il faudra établir ; les moyens de transport dont on dispose seront pris en sérieuse considération.

Mais on ne peut prévoir à l'avance quelles places les éventualités de la guerre obligeront d'attaquer, et comme il faut toujours être en mesure d'entreprendre des sièges, on réunit de longue main le matériel et les approvisionnements destinés à l'attaque des places fortes, sans pouvoir déterminer d'une manière absolue le nombre et l'espèce des bouches à feu à employer. Les équipages doivent cependant être composés de telle sorte qu'une simple modification les rende propres à une entreprise quelconque.

On est généralement d'accord que, pour l'attaque des places de premier ordre, les équipages de siège doivent se composer de 100 à 160 bouches à feu, parmi lesquelles il faut compter environ la moitié de bouches à feu à projectiles creux et à feux courbes ; que l'approvisionnement en munitions doit être basé sur une durée probable de trente jours de tranchée ouverte, sur

une consommation de 50 à 60 coups par jour et par bouche à feu, à 3 ou 3^k,5 de poudre pour chaque coup. Et suivant Tempelhof, il faut en outre un million de cartouches d'infanterie.

L'équipage se composera donc d'un certain nombre de bouches à feu et d'un nombre égal d'affûts, plus $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ de rechange; d'un chariot porte-corps par mortier de 29, 3 de 20, 2000^k de projectiles ou d'affûts de rechange; d'un nombre de charrettes égal à la moitié du nombre total des bouches à feu pour le service des tranchées et pour transporter chacune 700^k de projectiles ou autres approvisionnements; de forges; de triqueballes; de chariots de batteries, à raison d'un par 200 chevaux, pour le transport des harnais; de chariots-prolonges chargés de 1200^k chacun pour le transport des projectiles, des mortiers de 13, des poudres, des rechanges et objets divers (1); d'ustensiles d'artifice et d'artifices confectionnés, pétards, etc.; de 50 fusils de rempart pour la garde de tranchée; de chèvres (2) et d'engins de toute espèce; d'outils à pionniers, pour la confection des fascinages et le débit du bois, et d'une machine à remettre les grains de lumière : au siège d'Urgel, en 1694, fut introduit l'usage de remettre les grains.

On voit par ces données, fort incomplètes d'ailleurs, les immenses approvisionnements qu'exigent les équipages de siège : il faut environ une trentaine de voitures et 160 chevaux par bouche à feu de l'équipage. Les chevaux du train et de l'artillerie ne transportent généralement que les bouches à feu; les autres voitures sont conduites par entreprise ou par voie de réquisition : une voiture de roulage à 6 chevaux transporte aisément 5000^k, et l'on compte 300^k par cheval de réquisition.

Le personnel en artillerie affecté à l'attaque et à la défense

(1) Les aide-mémoire en donnent le détail.

(2) La chèvre sera étudiée séparément, quand nous traiterons des machines et des engins employés dans l'artillerie.

des places fortes est divisé en Belgique en 24 portions égales. Chaque portion constitue une *batterie de siège*, qui, composée sur pied de guerre de 158 canonniers (cadres compris), est commandée par un capitaine, un lieutenant et deux sous-lieutenants.

Les 24 batteries de siège sont réparties au nombre de 6 dans chacun de nos régiments d'artillerie et sont numérotées de 1 à 24. Un certain nombre d'artificiers et d'ouvriers, attachés à chaque batterie, sont puisés dans des compagnies spéciales.

CHAPITRE III.

VOITURES DU MATÉRIEL DES PLACES.

Pour transporter les bouches à feu ou les affûts de mortier des arsenaux sur les remparts des places de guerre, il faut des voitures d'un tournant assez court et d'une largeur assez peu considérable pour parcourir des rues quelquefois tortueuses et passer par les poternes des fortifications.

La construction des batteries et leur approvisionnement demandent aussi le concours de voitures ; cependant il n'est pas indispensable d'en créer pour ce service spécial. Les voitures civiles ou les charrettes peuvent facilement être employées. Le déplacement des bouches à feu, des affûts de mortier et de certains matériaux d'un grand poids exige une voiture particulière.

Avant de l'établir, il y a lieu de considérer le cas d'un transport à certaine distance, par exemple sur les remparts, ou un simple déplacement dans les arsenaux et les parcs.

S'il s'agit de conduire un canon sur les remparts, et que pour arriver à l'emplacement désigné on ne soit pas obligé de monter des rampes, l'affût de place-côte, étant établi de manière à transporter sa bouche à feu, pourra servir ; il suffira d'accro-

cher la lunette de l'extrémité du tirant à un crochet-cheville ouvrière de campagne adapté à un avant-train de siège du nouveau modèle; mais, si l'on voulait gravir une rampe, la grande élévation de l'affût, amenant la verticale du centre de gravité en arrière de l'essieu, ferait culbuter le système. Aussi, ne monte-t-on généralement les bouches à feu de place sur leurs affûts, que lorsqu'on est arrivé sur le rempart.

Triqueballe.

Les canons ou les mortiers sont quelquefois conduits sur les remparts au moyen du chariot à canon et à mortier de l'équipage de siège; cependant l'emploi de cette voiture occasionne une grande perte de temps pour y monter la bouche à feu et l'en descendre. C'est pourquoi, quand on ne doit pas sortir de l'enceinte des fortifications, on se sert d'une voiture spéciale à laquelle on a donné le nom de *triqueballe*.

Cette voiture, destinée au transport des canons, des mortiers et de leurs affûts, exige de grandes roues, afin de pouvoir suspendre le fardeau au-dessous de l'essieu, sans l'exposer à des détériorations par le frottement des aspérités du sol, que, dans tous les cas, l'on prépare et aplanit d'avance; d'ailleurs, les grandes roues faciliteront le tirage, considération d'une utilité assez secondaire, le transport n'ayant lieu qu'à de courtes distances. On combinera le triqueballe de telle sorte que sa manœuvre ne demande pas un grand nombre d'hommes, et on lui donnera un tournant très-court.

Nous avons en Belgique deux modèles de triqueballe : ils ne diffèrent que par les dimensions des roues; les plus grandes ont 2^m,12 de diamètre, et les plus petites 1^m,91.

Le premier est employé à l'armement des batteries dans les places, l'autre sert dans les arsenaux et dans les parcs de siège.

Une *flèche* de bois, longue de 4^m,43, fait fonction de timon

quand la voiture est conduite à bras d'homme, et sert de levier pour soulever le fardeau. Le point fixe de ce levier est fourni par l'*essieu* de bois garni de ferrures, comme les essieux du chariot à canon, et surmonté d'une *sellette*, également de bois; deux *étriers* de fer réunissent l'essieu et la sellette. Deux *empannons*, espèce d'armons de bois, traversent la sellette et le corps d'essieu entaillés dans ce but; ils sont assujettis dans leurs encastrement par deux *chevilles* à tête carrée et noyée. Les empannons se rapprochent à la partie antérieure de l'essieu et reçoivent entre eux la flèche, qui traverse aussi la sellette. La flèche, limitée à la face postérieure de l'essieu, est maintenue dans son logement entre les empannons par deux *boulons d'assemblage* et deux *frettes*; une *lunette* de fer, assujettie par des *clous rivés*, la termine antérieurement; une *bande de renfort*, fixée par trois *liens* et par une *cheville* à son extrémité postérieure, la consolide en dessous. Dans le *piton*, porté par le premier lien, est engagé un *anneau d'embrelage*. Un *crochet à patte*, placé sur la flèche au-dessus de l'extrémité des empannons, facilite le transport du fardeau et donne un point d'attache aux cordages et aux leviers.

Deux *roues*, construites à la manière de celles d'affût de siège ancien modèle, élèvent l'essieu au-dessus du sol : ces roues sont formées d'un moyeu de bois, de sept *jantes*, de sept *bandes* de roue et de quatorze *rais* de 8° à 9° de pente.

Disons en quelques mots comment on se sert de cette voiture pour transporter une bouche à feu. La pièce étant sur chantiers, les anses en dessus, l'essieu du triqueballe est amené dans la verticale du centre de gravité de la bouche à feu, sa flèche disposée dans le sens de l'axe de la pièce et au-dessus de la culasse; après avoir fixé le milieu d'un long cordage à l'extrémité de la flèche et passé un des bouts libres en arrière de l'essieu, on cale les roues et l'on dresse la flèche en s'aidant des cordages. Le milieu d'un fort câble est alors en-

gagé sous la flèche entre les empannons en ramenant ses bouts au-dessus de la sellette; puis, avec chacun d'eux, on entoure l'un des tourillons, ramenant ensuite les bouts libres au-dessus de la sellette, et les arrêtant sur la flèche par un nœud, après les avoir croisés en dessous. Il ne reste plus qu'à abattre la flèche pour y fixer la bouche à feu par un cordage, de manière à la suspendre horizontalement : un levier engagé dans l'âme dirige la pièce pendant les tournants. Le fardeau est descendu par une manœuvre inverse.

La flèche a plus de 4^m de longueur, tandis que la hauteur de la sellette, augmentée de celle de l'essieu, plus grand bras de levier de la résistance quand la flèche est dressée, ne dépasse pas 0^m,47; d'après cela, le grand bras de levier de la puissance, comparé à la petitesse de celui de la résistance et à la hauteur convenable de la sellette, indique suffisamment qu'il ne faut pas un grand nombre d'abatages pour soulever le fardeau; et comme celui-ci ne doit pas être élevé à une grande hauteur pour être transporté, son soulèvement n'exige qu'une faible dépense de force. Le point d'application de la charge est peu éloigné du point d'appui du levier; le poids de la flèche suffit donc pour lui faire équilibre quand elle est horizontale; par suite, en engageant la lunette dans la cheville ouvrière d'un avant-train de siège, on peut conduire la voiture au moyen de chevaux. L'emploi d'un essieu de bois augmente la difficulté du tirage et exige un grand nombre d'hommes pour la manœuvre : il en faut six et un sous-officier pour monter une pièce, ou vingt-quatre à trente pour transporter un canon de 24.

Outre l'inconvénient d'exiger un grand nombre de bras, la manœuvre de cette machine n'est pas sans danger. En effet, le fardeau agit avec le plus d'intensité quand la flèche est dressée, car le bras de levier de la résistance est alors au maximum : son abatage oblige donc de tirer fortement sur les cordages, afin de soulever le fardeau; or, dès l'instant que la

flèche a pris une certaine inclinaison, son poids seul fait équilibre au fardeau, et, loin d'agir sur les cordages, il faut, au contraire, soutenir la flèche. On comprend combien il est difficile de conduire la manœuvre avec assez de prudence pour empêcher la flèche de s'abattre violemment sur les hommes placés au cordage : si elle n'est pas bien soutenue ou si les roues se décalent accidentellement, la flèche peut occasionner des accidents aux hommes chargés de la manœuvre ou se briser en tombant sur le sol.

D'autre part, la flèche est très-longue, dépasse l'épaulement et sert de but au tir des batteries de l'assiégeant.

En rapprochant de l'essieu le centre de gravité du fardeau, on facilite le transport et on diminue le poids de la flèche portée par les hommes : c'est pourquoi, quand on transporte des canons ou des mortiers, il faut tourner la culasse vers la flèche dans le premier cas et la volée dans le second ; s'il s'agit de transporter des objets d'une grande longueur, comme des arbres, des poutres, etc., on aura soin de les suspendre de telle sorte que le centre de gravité soit un peu en avant de l'essieu, pour empêcher le redressement de la flèche pendant la marche.

La longueur de l'essieu, portée à 2^m,11, est un peu grande pour certains passages étroits des fortifications ; la voie est cependant la même qu'aux voitures des équipages de siège. Réuni à un avant-train de siège, l'angle de tournant du triqueballe est d'environ 55° ; en séparant les deux trains on peut tourner presque aussi court qu'on le désire. La grande élévation des roues occasionne un balancement du fardeau pendant la marche, en sorte qu'on ne peut transporter avec cette voiture que des objets de faible largeur. La solidité des roues laisse à désirer : cela tient à leur grand diamètre.

Diable.

Nous avons dit que le petit triqueballe est employé pour les transports dans les arsenaux et les parcs de siège. Le déplacement des bouches à feu dans les magasins, à de faibles distances ou à travers des passages très-étroits, s'exécute à l'aide du *diable*.

Cette voiture est formée de deux *brancards* très-solides, montés sur des *essieux* de fer portés par quatre *roulettes* de bois : celles de derrière ont un plus grand diamètre. Les brancards sont réunis par deux *entretoises* et quatre *boulons* : les entretoises formant sellettes, placées au-dessus des essieux, sont excavées à leur partie supérieure pour recevoir les bouches à feu.

Un *timon à potence* sert à l'application de l'effort des hommes employés à faire mouvoir le système. La disposition de l'avant-train, composé d'une espèce de fourchette qui reçoit le tétard du timon, mobile autour d'un boulon, permettant aux roulettes antérieures de s'engager sous les brancards, augmente le tournant.

Le peu de hauteur des brancards, élevés de 0^m,67 au-dessus du sol, facilite le placement du fardeau ; les essieux, d'environ un mètre de longueur, permettent de franchir les poternes les plus étroites ; enfin des *crochets de manœuvre*, placés aux extrémités des brancards, donnent attache à des cordages, quand il faut exercer un grand effort sur la voiture.

Notions générales sur l'armement des places de guerre.

L'état de l'armement de chaque place, fixé invariablement, est déterminé d'après leur importance, la force des ouvrages de défense et les localités environnantes : on ne donne aux forteresses que le matériel qui leur est strictement nécessaire, pour éviter l'encombrement et ne pas laisser, après la reddition, un fort approvisionnement aux mains de l'ennemi.

Le nombre de bouches à feu nécessaires à la défense dépend du nombre de fronts d'attaque probables ; on compte en général pour l'armement maximum de chaque front d'attaque 6 à 7 bouches à feu par face de bastion, 4 par flanc, 4 ou 5 par face de demi-lune, 3 ou 4 par lunette et 2 par place d'armes du chemin couvert. Les autres fronts doivent être à l'abri d'un coup de main, et réclament au moins une bouche à feu par saillant et une par flanc.

Pour la détermination du calibre et de l'espèce des bouches à feu, ayant égard à la faiblesse des abris de l'attaque et à la nécessité de ne pas augmenter les difficultés d'armement et de désarmement des ouvrages, on choisira un plus grand nombre de pièces d'un calibre moyen que de gros calibre, et les pièces à feux courbes entreront pour $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ dans le nombre total des bouches à feu : il y a généralement une fois autant de canons de 18 et de 12 que de 24 et de 6.

L'approvisionnement en munitions, qui dépend de la durée probable de la défense, est réglé sur une consommation moyenne de 500 à 800 coups par bouche à feu et sur 2 ou 3^e de poudre pour chaque coup.

On compte, en sus du nombre d'affûts nécessaire aux bouches à feu, $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ de rechange pour remplacer les affûts démontés par le feu de l'ennemi, et, selon l'importance de la place, $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ de fusils et $\frac{1}{5}$ de sabres de réserve, en sus de l'effectif des troupes de la garnison, en outre 40 à 60 fusils de rempart par front accessible. Il faut aussi des porte-corps, des charrettes et des chariots-prolonges en nombre suffisant : ordinairement de chaque sorte $\frac{1}{10}$ du nombre total de grosses bouches à feu et $\frac{1}{25}$ de triqueballes ; enfin une certaine quantité d'agrès et d'approvisionnements divers énumérés à la fin du chapitre précédent.

Chaque fusil de la garnison, tant ordinaire que de rempart, doit avoir environ 500 cartouches à brûler, et l'on doit réunir de 8000 à 10000 grenades pour la défense des brèches et la

défense rapprochée. Indépendamment de cet armement, la place doit encore renfermer un certain nombre de pièces de bataille, pour appuyer les sorties et armer les positions avancées : environ $\frac{1}{4}$ du nombre total des bouches à feu.

La surveillance, les réparations, les ventes et adjudications, les déplacements et les livraisons du matériel, des armes, des munitions, l'entretien des magasins et des arsenaux, sont confiés à un officier supérieur, *directeur d'artillerie*, qui réside dans chaque place où est établi le quartier général d'une division territoriale. Le directeur, en relation directe avec le ministre de la guerre et sous les ordres de l'*inspecteur général* de l'artillerie, fournit au général commandant de la division les renseignements généraux sur le nombre et l'état des bouches à feu, les armes portatives et les munitions de guerre existantes dans la division territoriale; il tient le général au courant des mutations survenues dans le matériel et lui donne communication des ordres qu'il reçoit pour la mise en défense ou le désarmement des forteresses.

Le directeur a sous ses ordres immédiats des *commandants d'artillerie en résidence* dans chaque place forte, et surveille la comptabilité des *gardes d'artillerie*. Le commandant d'artillerie a le commandement spécial du matériel de la place, fait exécuter les travaux ordonnés, adresse au directeur les demandes relatives aux petites réparations du matériel, reçoit de celui-ci communication des ordres émanant du ministre ou de l'inspecteur, et transmet aux gardes les ordres ou instructions qui les concernent; enfin il donne au commandant de la place les renseignements analogues à ceux que le directeur est tenu de donner au général de division, et vise les états fournis par les gardes.

Les gardes tiennent les inventaires des magasins dont ils sont responsables.

L'inspecteur général de l'artillerie, dont il est parlé ci-dessus, commande toute l'artillerie, personnel et matériel, règle

l'instruction théorique et pratique des troupes d'artillerie, détermine les exercices annuels du polygone, propose les modifications au matériel, etc.



CHAPITRE IV.

ÉQUIPAGE DE CAMPAGNE.

Frédéric II, roi de Prusse, sépara en 1741 l'artillerie de campagne de l'artillerie de siège, et organisa des batteries. Il fit, en 1759, au camp de Landshut le premier essai de l'artillerie à cheval, dont l'avantage ne ressortit qu'en 1762 à l'affaire de Richenbach. Les Français organisèrent l'artillerie à cheval en 1792 seulement, à la suite d'un discours de Mirabeau. La Suède créa la sienne dans la même année. En Belgique, une première batterie à cheval date de 1832, une seconde de 1833, une troisième de 1834, et une quatrième de 1836.

La nature particulière de leur service range, comme pour l'équipage de siège, les voitures de l'équipage de campagne en deux catégories.

1° Les *voitures des batteries* sont ou employées à porter les bouches à feu, ou destinées au transport des approvisionnements en munitions, outils et pièces de rechange nécessaires sur le champ de bataille, pour l'entretien et la réparation du matériel, du harnachement et de la ferrure des chevaux.

2° Les *voitures des parcs* suivent les mouvements généraux des corps auxquels les parcs sont attachés.

VOITURES DES BATTERIES.

Les batteries, qui accompagnent toujours les troupes qu'elles doivent protéger, exigent des voitures extrêmement mobiles, susceptibles de parcourir toutes espèces de terrains souvent détériorés par la pluie et coupés d'obstacles.

Afin de ne pas augmenter considérablement la longueur des colonnes par l'adjonction d'un grand nombre de voitures, celles attachées aux batteries doivent généralement être disposées de manière à pouvoir transporter, outre leur chargement, une quantité de fourrage suffisante pour la nourriture des chevaux pendant plusieurs jours. On leur donnera, autant que possible, le même poids, afin de les faire traîner par le même attelage; l'expérience de la guerre a indiqué le poids de 2000^k comme un maximum, dont on ne doit pas beaucoup s'écarter, si l'on ne veut être obligé de leur donner de très-forts attelages.

Toutes les voitures des batteries n'entrent pas en ligne, c'est-à-dire que certaines sont, si le terrain le permet, dérochées à la vue de l'ennemi, et que les affûts seuls restent exposés aux coups de ses projectiles; par suite, on les désigne sous la dénomination de *voitures de la première ligne*; les autres sont désignées sous le nom de *voitures de la seconde ligne* ou *réserve de la batterie*. Nous allons les examiner successivement en remarquant, au préalable, que la grande indépendance des trains nécessaire aux voitures des batteries oblige de n'établir qu'un seul point de contact entre les deux trains; en d'autres termes, on doit les faire à support.

Avant-train de campagne.

De même que ceux de siège, et à plus forte raison, les affûts de campagne doivent transporter leur bouche à feu; on les transformera donc aussi, par l'adjonction d'un *avant-train*, en une voiture à quatre roues.

Considéré comme voiture, l'affût, devant jouir de la plus

grande mobilité, réunira toutes les qualités des voitures à quatre roues ; afin d'abrégier les préparatifs du combat, la bouche à feu restera, même pendant la marche, dans ses encastresments de tir ; et l'on disposera l'affût de manière à faciliter la séparation des trains par un petit nombre d'hommes : l'articulation sera donc placée assez bas, la cheville ouvrière sera parfaitement découverte et disposée pour la plus grande commodité des servants pendant l'opération ; enfin la mise en bataille doit aussi être des plus rapide.

En faisant transporter une certaine quantité de munitions par l'affût, on ne sera jamais pris au dépourvu, et si le nombre de coups est assez considérable pour suffire aux opérations qui n'exigent pas une grande consommation, il dispensera d'amener les caissons en ligne, et il sera alors permis de les laisser devancer sur le champ de bataille par les bouches à feu, qu'ils suivent à distance, en se plaçant dans un lieu à l'abri des projectiles de l'ennemi. Ces munitions seront disposées dans des coffres bien construits, qui offriront peu de surface en prise aux coups de l'ennemi et fermeront à clef, pour les préserver de l'humidité, des accidents ou empêcher les soustractions, et de telle sorte qu'on puisse facilement les retirer ; il importe surtout d'empêcher leur contact avec l'air atmosphérique, si l'on veut les garantir des avaries pendant les marches.

Afin qu'il soit permis, dans les mouvements de retraite, de s'éloigner rapidement après avoir fait feu, sans prendre le temps d'accrocher les deux trains, ils doivent pouvoir, au besoin, être liés entre eux par un cordage ou une chaîne.

Quand on prend les allures vives, les canonniers auraient quelquefois de la peine à suivre la bouche à feu, s'il ne leur était pas facultatif de se faire transporter par la voiture, en montant sur la pièce et sur l'avant-train.

Pour empêcher que des objets étrangers au chargement, échappés à la surveillance, ne soient placés dans les coffres, par

leur arrangement intérieur ceux-ci doivent empêcher l'introduction de tout ce qui n'est pas munition. Enfin, les réparations de cette voiture seront simples et faciles.

La facilité du tirage exigeant que les charges des essieux soient dans le rapport de 2 à 3, le poids total de l'avant-train est limité à 700 kilogrammes environ.

Le corps de l'avant-train, voiture à deux roues, forme une charpente horizontale sur laquelle se place le coffre à munitions; il se compose d'un *corps d'essieu* de bois, terminé en *garde-boue* aux deux extrémités, et d'une *volée*, réunis par deux *brancards* sur les côtés, et par une *fourchette* au milieu; les deux brancards sont liés par une *entretoise*. Deux *armons*, assemblés à tenon et mortaise dans l'entretoise et fixés sous la volée, reçoivent entre eux le *têtard* du timon; la volée est un peu entaillée en dessous pour lui livrer passage. Ces différentes pièces sont de bois; leurs assemblages et des ferrures consolident le système.

Pénétrant de toute leur épaisseur dans les encastrement du corps d'essieu, les brancards y sont maintenus par quatre *chevilles* à tête ronde et encastrée qui assujettissent en même temps deux *cornes de prolonge*, issues du dessous de l'essieu et prolongées en arrière. L'entretoise est reliée aux brancards par deux *chevilles* à tête ronde, et à la fourchette par deux autres *chevilles* de même forme; leurs *écrous* sont au-dessous du corps de voiture.

Deux *demi-essieux*, reçus dans l'encastrement du corps d'essieu, affectent, au renflement du milieu près, exactement la même forme que la moitié de l'essieu d'affût; chaque demi-essieu est percé d'un *trou* pour le passage de la *cheville* à tête carrée et encastrée dans la partie supérieure du corps d'essieu, qui fixe en même temps la *plaque d'assemblage*, destinée à réunir les deux demi-essieux pour en former un entier; le *crochet de réserve*, engagé dans un *œillet* rivé sur la plaque, supplée au *crochet-cheville ouvrière*, s'il vient à manquer.

Celui-ci est fixé, par trois *boulons* placés aux sommets d'un triangle isocèle, sur l'*échantignolle* de la face postérieure du corps d'essieu ; l'*écrou* du boulon supérieur est logé dans une *entaille* de la fourchette, sur laquelle on a cloué une *plaque de recouvrement* : le boulon supérieur sert aussi à réunir, avec l'essieu, la fourchette terminée par un *double tenon* qui pénètre dans le corps d'essieu. Le crochet est percé d'un *trou*, à *fente* à sa partie inférieure, pour recevoir la *clef*, portée, par l'*anneau* qui termine son *coude*, à l'extrémité d'une *chainette* à *touret*, dont le *crampon* est fixé dans le corps d'essieu, à droite du crochet. Cette *clef* tient lieu de moyen d'embrelage, car elle empêche la séparation spontanée des trains ; les deux *arrêteurs* de sa partie supérieure la retiennent dans le trou de la cheville. La partie intérieure du crochet, sur laquelle s'exerce le frottement de la lunette de crosse, est d'acier.

Deux *tirants* et deux autres *de réserve*, en fer, placés au-dessous et au-dessus de la volée et vers ses extrémités, fournissent les points d'attache à l'attelage ; les premiers sont prolongés obliquement vers la partie postérieure, jusqu'aux deux *étriers d'essieu*, dont ils forment les brides ; quatre *chevilles* fixent les tirants : les deux antérieures sont à *tête ronde*, et les autres sont à *œillet*.

Le timon est maintenu entre les armons par deux *brides d'armons* ; au-dessous de la première on a rivé un *piton* dans lequel est engagé l'*anneau porte-servante* : deux *chevilles* à *tête ronde*, appuyées sur la face supérieure de la volée, l'assujettissent. Un *trou* percé au milieu de la seconde bride livre passage à la *cheville de timon*, et les têtes des chevilles qui la fixent sont appuyées sur la bride même : le remplacement du timon s'opère donc en ôtant la *lanière* de la *clavette*, qui retient la cheville de timon, et enlevant ensuite la cheville par sa tête placée à la partie supérieure ; un *crampon* relie la *chainette* de la *clavette* à l'armon de gauche.

Le *trou* pratiqué dans le timon pour donner passage à la

cheville est garni de deux *rosettes* carrées, et un *piton* à *plaque*, cloué au-dessous du timon à peu de distance du *têtard*, reçoit le *crochet* à *douille* de la *servante*, destinée à soutenir le timon horizontalement quand il n'est pas porté par l'attelage. L'extrémité inférieure de la *servante* est garnie d'une *virole* et d'une *pointe de pied* : celle-ci s'enfonce dans le sol et empêche la *servante* de glisser quand elle est placée verticalement sous le timon ; la *pointe* est maintenue par un *mentonnet* qui pénètre dans son *œil* après avoir traversé antérieurement la *virole* ; ce *mentonnet* empêche aussi la *servante* de se dégager de l'anneau porte-servante quand, pour la marche, elle est relevée parallèlement au timon.

Des *viroles*, rivées aux extrémités de la volée et du *têtard*, les consolident. Les brancards sont terminés postérieurement par deux *ferrures de bout de brancard* percées d'un *œillet*, maintenues par quatre *chevilles* à *tête carrée* encastrée et quatre *vis* à bois.

Les *palonniers* et le *timon* sont du même modèle que les parties analogues de l'avant-train de siège ; cependant une *plaque de frottement* entoure le timon un peu en avant de la *servante* ; cette plaque ne devrait réellement figurer qu'au timon de réserve, qu'elle est destinée à garantir de l'usure produite par l'étrier de fer qui le porte. Les *roues* et les *ronnelles* sont les mêmes qu'à l'affût.

Les deux cornes de prolonge portent une *chaîne* de 4^m de longueur, nommée *prolonge*.

La prolonge, inventée en 1763 par Gribauval, sous le règne de Louis XV¹, sert à relier l'avant-train à l'affût, quand celui-ci est en batterie, et permet de faire feu sans qu'il soit nécessaire d'accrocher les deux trains, pour se retirer immédiatement après le coup tiré. La chaîne est à *mailles torses* ; un *crochet* avec *anneau* et *clapet* la termine à l'une

¹ En 1683 suivant Meyer.

de ses extrémités; l'autre bout porte deux *anneaux à touret*.

Il est très-avantageux de faire transporter des munitions par l'affût lui-même; de cette manière, on en a toujours sous la main, et l'on ne doit pas attendre l'arrivée des caissons, dont les attelages occasionnent de l'embarras pendant l'action, et qui sont exposés aux coups de l'ennemi. Cette considération conduisit, en 1713, à disposer sur l'affût un petit *coffret* contenant quelques coups, afin de n'être pas obligé, à la plus petite affaire, d'amener les *charrettes* qui portaient les munitions. Mais ces coffrets d'affût gênaient considérablement la mise en batterie ou la réunion des trains, et portaient trop peu de munitions; c'est pourquoi, quelques années plus tard, on remplaça le coffret d'affût par un coffre d'avant-train d'une plus grande contenance; et en 1791 seulement, on partagea sa capacité en cases pour mieux assurer la conservation des charges.

Le *coffre à munitions* devant être à la fois solide et léger, on l'a fait de bois renforcé par des ferrures; son *fond* est *échancré* en arrière, afin de découvrir le crochet-cheville ouvrière et de faciliter ainsi la mise en bataille ou en batterie; son *devant* est continu dans toute la largeur du corps d'avant-train, tandis que le *derrière* est brisé pour suivre le contour de l'échancrure; ses *côtés*, assemblés en queue d'aronde avec le devant et le derrière, complètent le pourtour du coffre. Le *doublage du couvercle* forme une emboîture, qui, avec la *toile* peinte à *bordure* de cuir clouée sur le pourtour du couvercle, empêche l'infiltration des eaux. L'intérieur du coffre est partagé en trois grands *compartiments*; des *planches de séparation*, placées parallèlement au devant du coffre, divisent les compartiments latéraux en *cases*, dans lesquelles on dispose verticalement les munitions, en les maintenant par des *lites* arrondis cloués sur les planches. Des *échancrures*, pratiquées dans les planches, permettent d'y loger le porte-lance, la *spatule* de bois employée pour étouper les munitions, et le *crochet* qui sert à désétouper quand on veut les retirer.

Dans le coffre d'avant-train d'obusier, il n'y a pas de liteaux arrondis, mais on a disposé à angle droit une seconde rangée de planches de séparation, qui, avec les premières, forment une suite de petites cases, carrées à l'obusier court et rectangulaires à l'avant-train d'obusier long : car dans celui-ci l'obus est fixé à un sabot, leur axe commun disposé horizontalement. Chaque case est partagée dans sa hauteur en deux compartiments au moyen d'un *volet*, appuyé sur quatre *liteaux* placés dans les angles : ces volets, formés de deux planchettes en chêne assemblées à contre-fil, servent à séparer les munitions et sont percés d'un *trou* dans lequel on introduit le doigt pour les enlever.

Deux *pitons* de cuivre rivés à l'intérieur du coffre, et placés l'un en dedans du couvercle et l'autre intérieurement au derrière du coffre, sont rivés sur une *équerre double* en fer qui enveloppe tout le coffre à l'extérieur, suivant son plan de symétrie; une *corde* réunit ces deux pitons et empêche le couvercle de s'abattre entièrement quand le coffre est ouvert.

Le coffre est encore enveloppé par deux autres équerres doubles de fer, placées, comme celle du milieu, parallèlement aux côtés; des *rivets* de cuivre assujettissent ces équerres, dont la *bande supérieure*, articulée à l'avant par une *charnière*, passe entre le couvercle et son doublage et permet le soulèvement du couvercle; les bandes supérieures des deux équerres latérales sont terminées à leur extrémité postérieure par un *morillon à charnière*, servant, avec les *tourniquets* des *bandes postérieures*, à fermer le coffre au moyen d'un cadenas; le *piéd* des *bandes montantes* est garni d'une *patte à œillet*. Au milieu et à la partie supérieure de ses arêtes verticales, le coffre est consolidé par huit *équerres*; quatre *équerres d'angle* enveloppent ses angles inférieurs; deux *équerres simples*, placées au milieu de l'arête inférieure des côtés, renforcent leur assemblage avec le fond; et deux *plaques de recouvrement* en tôle garantissent les angles arrondis de l'échancrure : des *vis* maintiennent les équerres et les plaques. Trois *courroies* à

boucle, avec deux *passants fixes* et un *coulant*, sont engagées dans les *chapes* des extrémités antérieures et postérieures des bandes supérieures des équerres doubles et dans celle de la *bride à pattes*, qui réunit les angles arrondis de l'échancrure du couvercle; les *roulettes* de ces chapes facilitent le glissement des courroies, destinées à fixer des *sacs* de toile peinte contenant l'avoine. Cinq *cuirs de recouvrement*, placés à l'endroit des chapes, empêchent l'infiltration des eaux sous le couvercle, qui est consolidé en son milieu par deux *plaques de renfort* interposées sous le doublage.

Deux *poignées à pattes*, assujetties à la partie supérieure des côtés par huit *boulons* de cuivre avec *écrous* de fer à l'extérieur et par des *vis*, servent de soutien aux canonniers quand ils montent sur l'avant-train et facilitent le transport du coffre à bras d'hommes. Afin de donner aux canonniers un bon appui pour leurs pieds quand ils sont montés sur l'avant-train, la partie antérieure de ce train est recouverte de deux *planches marchepieds* : trois *tasseaux* leur servent d'appui et les maintiennent sous l'inclinaison convenable. Onze *chevilles* fixent ces planches; trois, à *œillet*, traversent en même temps les tasseaux; les deux extrêmes réunissent, comme nous l'avons déjà dit, les tirants aux brancards, et les six autres sont à *tête ronde* : quatre de ces chevilles lient en même temps l'entretoise aux brancards et à la fourchette, les deux dernières sont à *tête taraudée* et à *patte*. Quatre *écrous à œillet* servent à établir le coffre sur l'avant-train; à cet effet on les visse sur les pattes à œillet des doubles équerres, après y avoir engagé, à l'avant, la tête taraudée des chevilles postérieures de la seconde planche marchepied, et à l'arrière celle des chevilles à tête taraudée, que porte l'extrémité des ferrures de bout de brancard.

La longueur des planches marchepieds est exactement égale à la largeur du coffre, en sorte que, comme lui, elles dépassent les brancards : les côtés du coffre et les extrémités des planches

sont d'ailleurs exactement dans le prolongement des bouts du corps d'essien.

Sur le devant du coffre, huit *crampons plats* donnent attache à quatre *courroies à boucle* et à *double passant*, qui servent à fixer un *palonnier de réserve* et une *pelle*.

Les autres instruments à pionniers sont engagés dans deux *étriers à pattes*, appliqués à mi-hauteur et vers le derrière des côtés du coffre, et suspendus à deux *courroies à boucle* passées dans une ouverture de leur manche; deux *crampons*, assujettis en dessous de la planche marchepied, donnent attache à ces courroies.

Les voitures du matériel de campagne doivent non-seulement être examinées au point de vue des marches et des manœuvres sur le champ de bataille, mais il faut, en outre, voir si les actes qui précèdent et ceux qui suivent le combat s'exécutent promptement.

La construction de nos affûts de campagne est généralement assez bien entendue, car, malgré leur grand poids qui varie de 2400^k à 1850, ils peuvent facilement suivre le mouvement des autres troupes : le premier de ces chiffres s'applique à la pièce de 12, l'autre à l'obusier court, et dans ces poids l'on comprend 80^k d'avoine placés sur le coffre d'avant-train.

Les munitions portées par l'avant-train répartissent dans la proportion voulue le fardeau sur les deux essieux, sans qu'il soit nécessaire de disposer pour la marche la bouche à feu dans des encastremements de route; le point d'attache des palonniers à la volée étant élevé de 0^m,79 au-dessus du sol, les traits des chevaux sont légèrement inclinés au-dessus de l'horizon, et il y a peu de chance de les voir s'incliner au-dessous quand, pour donner un fort coup de collier, les chevaux abaissent leur avant-main.

Si la bouche à feu était solidement liée à la vis de pointage, la volée ne pourrait s'abaisser et n'occasionnerait pas une

suite de chocs qui, dans les marches sur un sol raboteux, influent défavorablement sur l'attelage. L'angle de tournant, limité à 51° ou 52°, ne permet pas à nos affûts de tourner très-court.

La position du point d'articulation des trains est favorable à l'attelage et n'occasionne pas de grandes oscillations au timon; cependant lorsque l'un ou l'autre des trains est arrêté par des aspérités de la route, il en résulte un ballotement du timon qui gêne beaucoup les chevaux de derrière. En parcourant un chemin horizontal, les chevaux de derrière supportent, de la part du timon, une charge de 7 à 9 kil., selon qu'il y a des fourrages sur l'avant-train ou qu'il n'y en a pas.

La grande indépendance des trains permet de faire franchir à la voiture presque tous les obstacles que l'on rencontre en campagne; cette propriété contribue puissamment à rendre la voiture peu versante: en effet, les deux essieux pouvant se placer dans des plans très-différents, pour faire verser la voiture les quatre roues devraient être sur un même plan déversé, circonstance qui ne se présente pas souvent, car, lorsque l'un des trains tendra à se renverser, l'autre s'y opposera par son inertie. La faible élévation de la crosse ne prédispose pas la verticale du centre de gravité de l'affût à passer en arrière de l'essieu; en sorte qu'il n'est pas nécessaire de reporter la bouche à feu plus près de l'avant-train pendant la marche.

Les observations faites relativement au mode d'enrayage des voitures de siège s'appliquent à celui des voitures de campagne.

L'échancrure pratiquée à la partie postérieure du coffre d'avant-train découvre parfaitement le point d'articulation, qui, placé très-près du sol, permet aux servants d'exécuter promptement et commodément la séparation des trains: le poids de la crosse n'excédant pas 70 à 100^k, à hauteur du crochet-cheville ouvrière; pendant la mise en batterie, les ca-

nonniers peuvent, presque simultanément, prendre l'écouvillon et placer le levier de pointage : les préparatifs du combat s'exécutent donc très-rapidement ; et comme, posée à terre, la crosse pèse de 85 à 125^k, la mise en bataille est un peu plus pénible que la mise en batterie.

Les affûts de campagne transportent une grande quantité de munitions ; ainsi, il y a dans les coffres d'avant-train des :

Canons de 12, 32 coups dont 8 boîtes à balles, 20 shrapnels, 4 boulets ordinaires et 52 charges de 2 kilogrammes.

Canons de 6, 62 coups dont 48 cartouches à boulets, 14 boîtes à balles et autant de charges d'un kilogramme.

Obusiers longs attachés aux batteries de 6, 32 coups, dont 24 obus ordinaires, 8 boîtes à balles, 32 charges d'un kilogramme pour le tir des obus ou des boîtes à balles, et de faibles charges de 0^k,50, de 0^k,30, de 0^k,25 et de 0^k,10, au nombre de 8 de chaque espèce, pour le jet des obus.

Obusiers longs de la 20^e batterie montée, 32 coups dont 20 shrapnels, 8 boîtes à balles, 4 shrapnels incendiaires¹, 32 charges d'un kilogramme, destinées au tir des shrapnels ordinaires ou des boîtes à balles, et 4 demi-charges pour le jet des shrapnels incendiaires.

Obusier courts, 37 coups parmi lesquels 30 obus ordinaires, 6 boîtes à balles, 1 balle à feu, 31 charges de 0^k,50 nécessaires au jet des obus et de la balle à feu, et 6 de 0^k,60 pour être employées au tir des boîtes à balles.

De toutes les artilleries, c'est la nôtre dans laquelle les avant-trains portent la plus grande quantité de munitions.

Chaque case du coffre d'avant-train des obusiers contient deux obus ; les charges sont placées dans des cases séparées. Entre deux couples de liteaux consécutifs des avant-trains pour canons, on dispose une charge superposée à un projectile

¹ Le shrapnel incendiaire contient, outre les balles, de petits projectiles incendiaires.

ensaboté. Le coffre d'avant-train des obusiers et des canons de 12 contient en outre une boîte à pulvérin.

Les coffres sont convenablement établis pour conserver les munitions, et pour les mettre à l'abri des influences atmosphériques; les bandes supérieures des équerres doubles, étant reçues entre le couvercle et son doublage, soustraient la poudre aux avaries : si les rivets aboutissaient à l'extérieur, en vertu de la capillarité, ils conduiraient les eaux pluviales en dedans du coffre. Il serait peut-être préférable de ne pas établir le coffre en contact immédiat avec le corps d'essieu; l'air pourrait alors circuler plus facilement en dessous et empêcherait l'humidité de séjourner entre le fond du coffre et les pièces de l'avant-train, sur lesquelles il repose.

Les boulets ne s'appuient pas sur les sachets et ne sont pas en contact entre eux, ils ne détériorent donc pas la poudre et ne peuvent occasionner des accidents.

Le bon mode d'assemblage du fond et des parties latérales du coffre empêche le tamisage de la poudre pendant les marches; mais les secousses continuelles que communiquent aux coffres, placés au-dessus de l'essieu, les cahots de la voiture lors des allures vives dans les chemins parsemés d'obstacles, font que les charges ne se conservent pas très-bien : il faut avoir soin, avant de placer les munitions, d'étendre une couche épaisse d'étaupe au fond du coffre et d'en garnir fortement le pourtour du projectile; et pour empêcher les charges de ballotter, il sera bon de garnir aussi d'un peu d'étaupe le pourtour du sachet.

On pourrait peut-être reprocher au coffre de présenter trop de surface aux coups de l'ennemi.

La disposition du couvercle et les planches marchepieds permettent, pendant les allures vives, à trois hommes de se placer et de se maintenir sur la voiture, à l'aide des poignées; les coffrets d'essieu de l'affût et leurs marchepieds fournissent des sièges à deux autres servants. Toutefois, il est à observer que

l'on doit user avec la plus grande modération de la propriété qu'ont les affûts de transporter, au besoin, les servants ; l'abus de cette manœuvre ruinerait promptement les attelages en exigeant d'eux le transport d'un excédant de charge qui s'élève à 375^k, et en augmentant le poids du timon, par suite du déplacement du centre de gravité. Au reste, les canonniers sont généralement peu désireux de monter sur les voitures ; les fortes secousses qu'ils reçoivent leur font préférer de suivre la bouche à feu en courant.

Les courroies fixées sur le couvercle du coffre fournissent les moyens d'y placer environ 16 rations d'avoine ; et les œillets des chevilles qui assujettissent les planches marchepieds facilitent au besoin le transport de la paille et du foin à l'aide de cordes à fourrage. Le peu de largeur de la flèche d'affût ne permet pas d'y charger des fourrages, comme on le faisait avec l'ancien matériel.

Au dix-huitième siècle, on manœuvrait toujours à la prolonge sur le champ de bataille ; mais aujourd'hui que l'abaissement de la cheville ouvrière et l'allègement de la crosse ont considérablement facilité l'accrochage des deux trains, l'usage de la prolonge est réservé pour des cas extrêmement rares. Fatigant beaucoup l'affût, surtout dans des terrains défoncés et accidentés, où la crosse peut s'arc-bouter, et occasionnant une grande gêne à l'attelage par suite des pertes de force vive qui résultent de ce qu'elle n'agit pas dans le plan des essieux, notre prolonge, de fer, est en outre d'un poids considérable et très-difficile à réparer en cas de rupture. Pour mettre une pièce à la prolonge, on engage le crochet de dessous en dessus dans la lunette, relevant ensuite le clapet ; puis, après avoir passé l'anneau dans le crochet-cheville ouvrière, on y adapte la clef : le crochet, étant engagé de bas en haut dans la lunette, empêche la crosse de se ficher dans le sol. Si la chaîne d'enrayage venait à se perdre ou à casser, on pourrait la remplacer par la prolonge.

Le tracé des assemblages des différentes pièces de l'avant-train est bien combiné; il est favorable à la solidité du système et à sa conservation.

Les demi-essieux ont été donnés à l'avant-train en vue de diminuer le poids des approvisionnements : de cette manière, il suffit pour les remplacements que la batterie transporte des demi-essieux.

S'il y avait moyen d'adopter pour toutes les bouches à feu un seul et même mode de division intérieur du coffre d'avant-train, le système gagnerait en simplicité.

Attelage.— L'attelage des voitures de campagne doit être composé d'un plus grand nombre de chevaux qu'il n'est à la rigueur nécessaire, afin de pouvoir continuer la marche sur le champ de bataille, quand l'attelage a perdu un ou plusieurs chevaux; cette condition est encore imposée par la nécessité de prendre souvent des allures très-vives; et si l'attelage avait justement la force calculée pour manœuvrer l'affût dans des terrains d'une espèce déterminée, on resterait embourbé dans les chemins dont le mauvais état dépasse les prévisions. Mais on ne doit pas perdre de vue que les voitures de campagne assujetties à se mouvoir en présence de l'ennemi, et parfois avec une grande rapidité, réclament, pour la facilité de leur conduite, des attelages peu nombreux.

D'après ce que nous avons vu au premier chapitre, en calculant le nombre de chevaux de l'attelage, nous devons admettre que les porteurs utilisent seulement le tiers de leurs forces pour la traction, et suivant la marche adoptée plus haut pour les attelages de siège, nous nous rappellerons qu'au trot un cheval de roulage traîne 500 kilogrammes sans beaucoup se fatiguer; la même charge peut donc être affectée aux chevaux des voitures de campagne.

Par cette fixation, nous restons encore au-dessous de la limite, car le cheval de roulage exécute son travail en quatre heures et demie, tandis que nos batteries ne prennent que

momentanément les allures vives, ne les soutiennent guère que durant cinq ou dix minutes au plus, et même les attelages restent quelquefois des jours entiers sans pour ainsi dire changer de position sur le champ de bataille. Ainsi, en adoptant 500 kilogrammes pour la fraction du fardeau à traîner par un cheval non monté, il nous sera permis de passer d'une position à une autre en prenant le galop si c'est nécessaire : une couple traîne donc $500^k + \frac{1}{2} \cdot 500 = 666^k$, c'est-à-dire en moyenne 333^k par cheval.

Le chiffre de 330^k a été adopté pour le service en campagne, et l'expérience a démontré que malgré leur charge quadruple, nos chevaux d'artillerie n'éprouvent pas plus de fatigue que ceux de la cavalerie, dont ils partagent les travaux à la guerre.

L'attelage des canons de 6 comporte donc six chevaux, et si l'on en met huit aux pièces de 12, assujetties à un service moins pénible, ces bouches à feu étant attachées à la réserve, l'attelage possèdera un excédant de force : c'est sans doute pour ce motif que l'on a donné le même attelage à toutes les pièces de bataille. En campagne il serait cependant bon d'atteler de huit chevaux les canons de 12, malgré la difficulté de bien conduire un attelage aussi fort, parce que faire traîner 400^k à chaque cheval, revient à exiger le transport de 600^k par les sous-verges, ce qui expose à ne pouvoir tirer la pièce d'un mauvais pas et fatigue énormément l'attelage quand on manœuvre dans les labourés.

L'attelage des voitures de campagne se complique d'un *support de timon*, pièce destinée à tenir le timon horizontal; à cela près, le mode d'attelage est exactement du modèle adopté pour le service des équipages de siège.

Le support, ou *porte-timon*, se compose d'une tige de fer un peu plus longue que les palonniers, terminée à chaque extrémité par deux *arrêteurs*, distants de $0^m,12$, entre lesquels on engage deux courroies de porte-timon, en cuir double avec *boucle à roulette* et *passant*, qui servent à lier le porte-timon

à l'anneau de l'agrafe du collier des chevaux de derrière; une *courroie de support*, fixée à deux œilletons éloignés de 0^m,125 du milieu du support, reçoit le bout du timon et l'empêche d'osciller, tout en laissant aux chevaux une certaine liberté d'action. Ce nouveau porte-timon, récemment adopté, ne gêne pas autant les chevaux que l'ancien; placé au-dessus du timon, il leur permet au moins de prendre facilement les allures vives. On doit avoir soin de le boucler de manière à tenir le timon horizontal; sans cela, s'il arrive à un pied de terre, les épaules des chevaux sont surchargées de 4 à 6 kilogrammes.

Le support, adopté en 1827 dans l'armée des Pays-Bas, offre plusieurs inconvénients. Ainsi, le timon fait fonction d'un grand levier pour agir, particulièrement dans les chemins raboteux, avec énergie sur le support, qui occasionne une grande gêne aux chevaux en imprimant des saccades à leur collier; en outre, il ne leur laisse pas toute la liberté de mouvement nécessaire pour éviter les obstacles.

Il est fâcheux qu'on ne puisse se passer du porte-timon, car si l'on devait atteler des chevaux de réquisition à nos voitures, leurs harnais ne comporteraient pas cette pièce particulière. Enfin, pour le même motif, il vaudrait peut-être mieux rapprocher notre système d'attelage de celui qui est adopté par les paysans; nous-pourrions alors, en temps de guerre, tirer meilleur parti des ressources des localités, et en arrivant aux batteries, les conducteurs campagnards retrouveraient des attelages avec lesquels ils sont déjà familiarisés.

Les chevaux de selle des sous-officiers, chefs de pièces, et des canonniers servants de l'artillerie à cheval, portent une selle à la *Rochefort*, qui diffère de la selle du porteur.

Le *pommeau de l'arçon* est collé et cloué au-dessus de la liberté du garrot, et le *troussequin* forme, avec les *longes*, l'arcade de derrière; la chape du contre-sanglon de collier et les crampons de charge sont, à cette selle, remplacés par

1° un *crampon de charge* rivé sur le pommeau pour fixer, au moyen d'une *double courroie de paquetage*, le manteau et certains effets du cavalier, et 2° quatre *chapes* à roulette avec attache de tôle, servant à assujettir la *sacoché* et la *fonte* à l'aide de deux *doubles courroies de paquetage* : ces courroies fixent aussi, au moyen de leur deuxième chape, les parties latérales du manteau roulé. Indépendamment de la *bande d'arcade* de derrière, deux *bandes de renfort des pointes de longes* maintiennent le troussequin et les longes, pour conserver la liberté du rognon ; une *plaque de troussequin* consolide cette partie de la selle, cinq *crampons de charge*, rivés au nombre de trois sur le troussequin et de deux sur les pointes de longes, servent, les premiers, à assujettir, au moyen de trois *courroies de charge*, le porte-manteau et les autres objets d'habillement sur la partie postérieure de la selle, et les autres à fixer deux *chapes de croupière* avec boucle à roulette. Le *faux-siège* porte une *matelassure* ; deux *bordures* préservent l'extrémité des pointes de longes recouvertes de cuir, et une *bordure* de cuivre garantit aussi l'arête supérieure du troussequin. On a supprimé les bandes d'assemblage des quartiers, qui sont percés de quatre *entailles* : deux pour les courroies de fonte et de sacoché, et les autres pour livrer passage aux étrivières ; les *renforts* placés à la partie postérieure des quartiers sont aussi percés de quatre trous pour les lanières qui fixent les *porte-fers*.

Il y a huit *contre-sanglons de sangle* ; six sont cousus à la sangle du faux-siège et les deux autres sont attachés comme à la selle du porteur : les deux de derrière sont de réserve ; les contre-sanglons porte-fourreaux sont naturellement supprimés. Un *passant*, brédi à l'intérieur du faux-quartier du côté hors montoir, donne passage aux *boucles enchapées* des sangles. La selle est assujettie au moyen de trois *sangles* terminées par six *boucles enchapées* ; deux sangles sont réunies jusqu'au *passant*, qui reçoit la sangle supérieure : la *seconde* sangle, plus longue que la première et placée postérieurement, de même que la

sangle supérieure, ne peut être très-serrée pour ne pas gêner la respiration du cheval : la première sangle se boucle au contre-sanglon de devant, la seconde à l'un des derniers, et la sangle supérieure à celui du milieu. Les *étrivières*, qui portent deux passants cousus, l'un au-dessus, l'autre au-dessous, doivent être placées de manière que la *boucle* soit à l'intérieur du côté de la selle et contre l'*œil de l'étrier*, tandis qu'à l'autre selle c'est le passant coulant que l'on glisse contre l'étrier, et la boucle touche le *porte-étrivière* : l'extrémité de l'étrivière est engagée deux fois dans le passant fixé au-dessous de la boucle. Les deux *porte-fers*, de cuir, avec *sac à clous*, sont fixés sur les quartiers; une *trépointe* augmente l'ampleur des poches dans le sens de leur épaisseur. La *croupière*, n'ayant d'autre fonction que d'empêcher la selle d'avancer, est plus simple : elle se compose du *culeron* rembourré et des *fourches postérieure et antérieure*; celle-ci la réunit à la selle.

Un *poitrail*, composé d'un *grand* et d'un *petit montant*, avec *boucle* et *passant coulant*, et d'une *fausse martingale* réunis par un *anneau* portant un *cœur* de cuir surmonté d'un cœur de cuire avec deux canons croisés et une pile de boulets, sert à empêcher la selle de se porter en arrière ; à cet effet, on passe les sangles dans la fausse martingale à *boucle* et *passant*, de manière à l'appliquer sous l'animal suivant la ligne de jonction des côtes sternales, et le grand montant s'engage dans le *grand passant* du plat de sacoche, ensuite entre la courroie de sacoche et le chapelet, puis dans les *entailles* du chapelet, entre le chapelet et la courroie de fonte, et enfin dans le passant du rond de fonte.

Une *schabraque* de drap galonné, avec *grenades* aux *pointes*, recouvre toute la selle et le manteau. Deux *courroies de guindage* passent dans des *entailles* bordées de cuir et fixent antérieurement la schabraque ; d'autres entailles à la partie postérieure servent au passage de courroies de charge qui maintiennent le porte-manteau et les besaces ; deux martingales avec boutonnière, *bouton* et *passant*, servent à retrousser les pointes

sur la selle. Une doublure de toile peinte donne de la consistance à la schabraque et préserve le drap de la sueur du cheval ; les *entre-jambes* et le *cœur* sont consolidés par des pièces de cuir. Un *surfaix* de cuir, avec *boucle* enchapée, deux *passants* et un *contre-sanglon*, maintient la schabraque.

Le même modèle de bride sert à tous les chevaux d'artillerie, mais le mors est différent. Pour les chevaux de selle on a adopté le mors prussien ; l'*embouchure* est brisée par une *charnière* pour augmenter l'action du mors ; un *arrêtoir* l'empêche de se plier vers le haut. La partie inférieure des *branches* est droite, plus longue et terminée par des *tourets*, qui reçoivent dans leurs œils les *anneaux de rênes* ; à hauteur de l'embouchure, les branches portent deux *œils*, qui les consolident et peuvent servir à fixer une *martingale* ou recevoir les rênes de bride pour soulager la bouche du cheval.

Indépendamment de la bride, les chevaux de selle ont un *filet*, espèce de bride d'une action moins énergique. Un *grand montant* et un *petit*, avec *boucle* enchapée et *passant*, entourent, dans le sens de sa longueur, la tête du cheval : le premier, formant *têtière*, passe dans les *ganses du frontal*, et est cousu à l'*anneau de droite du mors de filet* ; le petit montant est cousu à l'*anneau de gauche du mors* dont l'embouchure est composée de deux pièces à *œillet* : les œillets sont engagés l'un dans l'autre et forment un *pli*. Les rênes du filet sont, d'un côté, cousues à l'anneau de droite du mors, et, de l'autre, terminées par un *billot* de bois, qui arrête la rêne de gauche dans l'anneau du même côté du mors : un *bouton de rêne*, cousu à 0^m,25 de l'extrémité droite de la rêne, empêche celle-ci de presser sur la barbe et le mors de filet sur les barres quand on fait glisser les rênes de filet dans l'anneau de gauche pour les employer en guise de longe.

En marche, les chevaux de selle n'emportent pas leur *licou* d'écurie ; on le laisse dans les garnisons et on le remplace par un *licou de campagne*, placé sous la bride et le filet. Le licou de

campagne est formé d'un *grand montant*, fixé, d'un côté, à l'*anneau carré* de gauche de la *muserolle*, traversant la *ganse* de la *chape d'assemblage de têtes*, puis l'*anneau de sous-gorge* pour former cette dernière, et ramené à gauche pour se réunir, par sa *boucle* avec *passant*, au *petit montant*, qui, cousu à l'*anneau carré* de droite de la *muserolle*, est également passé dans la *ganse* de la *chape d'assemblage de têtes* : sur la partie du *grand montant* qui constitue la *sous-gorge*, glissent deux *boutons coulants*, destinés à serrer la *sous-gorge* contre la *ganache* et l'*anneau de sous-gorge*. La *chape d'assemblage de têtes* sert à réunir les *têtes* de *bride*, de *filet* et de *licou*. Les anneaux carrés de la *muserolle* sont garnis de cuir. Dans un *anneau de muserolle*, réuni à celui de *sous-gorge* par une *double ganse*, est engagée la partie postérieure de la *muserolle*, qui porte aussi deux *passants coulants*. Enfin une *longe* fixée par sa *boucle* enchapée avec *passant* et *contre-sanglon* à l'*anneau* de la *muserolle*, se termine par un *bouton* avec *boutonnière* et tient lieu de chaîne pour attacher le cheval dans l'écurie.

Les chevaux des sous-officiers des batteries montées, et, dans l'artillerie à cheval, deux chevaux de canonniers sont munis d'une *bricole* destinée à permettre momentanément leur emploi comme chevaux de trait pour remplacer les chevaux tués, ou aider l'attelage à dégager la voiture d'un mauvais pas.

Le *corps* de la *bricole*, consolidé par un *renfort* terminé par deux anneaux d'attelage avec *barre* et *œillet carré*, appliqué sur la poitrine du cheval et sous le poitrail, est suspendu à la selle au moyen des deux *chapes à boucle à roulette*, avec *doubleure*, fixées aux œilletons carrés des anneaux d'attelage : deux *passants*, cousus sur chaque *chape*, reçoivent des *contre-sanglons* de la selle destinés à porter la *bricole*; deux *courroies de sangle* prolongent les extrémités du corps de la *bricole*, et s'engagent sous la *sangle* de la selle pour les envelopper et être ensuite bouclées aux boucles enchapées avec *passant*, qu'elles portent. Deux *traits* de fort cordage, terminés en

*œillet*s épissés, garnis de cuir, pour recevoir quatre crochets, sont engagés dans les anneaux d'attelage de la bricole.

Dans quelques pays, en Hollande, par exemple, la plupart des attelages du commerce et ceux de luxe emploient la bricole au lieu du collier. On pourrait, au besoin, pour emmener à courte distance des bouches à feu, atteler des chevaux de selle au moyen d'une simple corde à fourrage repliée sur elle-même en guise de trait et fixée, d'une part, à la voiture, de l'autre, à la sangle de la selle : ce trait, attaché d'un seul côté à la sangle, lui fait prendre une inclinaison qui l'empêche de glisser sur le ventre du cheval.

Les *caissons*, les *chariots de batterie* et les *forges* appartiennent à la seconde ligne, dite *réserve de la batterie*.

Caissons.

Le *caisson* est une voiture affectée au transport des munitions destinées aux bouches à feu et aux troupes qu'elles accompagnent. En 1754, Gribauval proposa de substituer des caissons aux charrettes ; ils ne furent adoptés en France que vers 1764.

Il peut être nécessaire de remplacer, pendant l'action, telle pièce brisée d'une voiture, qui, pour son application, n'exige aucun travail préparatoire et dont le concours est indispensable à la marche ; le chargement des caissons comprendra donc, en outre des munitions, un timon et une roue de rechange, des pelles et des pioches utiles à l'aplanissement des obstacles qui pourraient momentanément arrêter la batterie ; il doit aussi comporter des seaux ordinaires et à graisse, un cric, une prolonge pour attacher les chevaux, les marmites, bidons, etc.

Il est fort utile de se ménager la faculté de permuter l'avant-train du caisson avec celui de l'affût ; par suite, le premier portera également une prolonge, et la séparation des deux trains du caisson, de même que leur réunion, doit pouvoir s'exécuter rapidement.

L'affût et le caisson exigeant la même mobilité, l'avant-train de celui-ci doit être en tout pareil au premier; et une simple modification de l'intérieur du coffre appropriera le même modèle de caisson aux munitions de toutes les pièces de campagne.

Le caisson sera disposé pour le transport des fourrages et des canonniers dans les allures vives. Les coffres à munitions sont d'ailleurs soumis aux conditions du coffre de l'avant-train; et, afin de diminuer le nombre des voitures d'une batterie, ils seront établis de manière à porter la plus grande quantité possible de munitions, sans toutefois devenir trop lourds. Il faut donc s'attacher à faire transporter par un seul caisson tout l'approvisionnement d'une pièce, c'est-à-dire environ 200 coups.

On établira les voitures destinées au transport des munitions pour les armes portatives des troupes de la division à laquelle appartient la batterie, de manière qu'après avoir enlevé une partie des munitions de l'un des coffres, les autres soient préservés des cahotements comme si le coffre était plein.

Les caissons forment des voitures à deux trains; ils ont tous la même composition et ne diffèrent entre eux que par les divisions intérieures des coffres; d'après cela, il y a des caissons destinés à l'approvisionnement des pièces de 12, de 6, d'obusiers longs et courts, d'infanterie ou de cavalerie.

Les avant-trains des caissons pour les bouches à feu sont du même modèle que ceux des pièces; si la prolonge avait été portée par l'affût, on aurait pu se dispenser d'en donner une à l'avant-train du caisson. Le coffre de l'avant-train du caisson d'infanterie et de cavalerie est divisé en trois grands compartiments; les deux latéraux, contenant chacun 4000 cartouches d'infanterie ou 4500 de cavalerie, ont, à l'intérieur, une *planche mobile* le long d'une *grande vis de pression* en cuivre, fixée sur le fond du coffre et au milieu du compartiment à l'aide d'une *plaque carrée* en cuivre et de quatre *rivets*; un *écrou* de cuivre à *manivelles* fait abaisser la planche pour comprimer les munitions restantes après que l'on a entamé le char-

gement : un *trou*, garni d'une *rosette* en cuivre, pratiqué au milieu de la planche en sapin, consolidée par trois *liteaux* de chêne, livre passage à la vis de pression ; 1000 cartouches sont encore placées dans le compartiment du milieu.

Occupons-nous de l'arrière-train.

Un *corps d'essieu*, une *flèche* et deux *brancards* encastrés, ont leur face supérieure dans un même plan horizontal, et forment une charpente sur laquelle se place le *coffre à munitions* d'arrière-train.

Quatre *planches marchepieds* assemblent les brancards en avant et en arrière du corps d'essieu ; leur écartement est maintenu par deux *liteaux*, cloués sous la planche antérieure du marchepied. La première et la dernière planche reposent sur six *tasseaux*, qui leur donnent une inclinaison, et sont reliées aux brancards par huit *chevilles* : les quatre chevilles des extrémités sont à *tête ronde*, et fixent en même temps les tasseaux ; les autres, à *patte*, ont leur *tête taraudée*.

Une *cheville d'essieu à tête ronde* et quatre *chevilles de brancards à tête carrée* encastrée, assujettissent le corps d'essieu aux brancards et à la flèche ; les chevilles de brancards constituent, avec les deux *brides* qui leur servent de rosettes, deux *étriers d'essieu* employés à retenir les extrémités des deux *demi-essieux* de fer dans leur encastrement du corps d'essieu de bois : ces chevilles sont extérieures au corps d'essieu et placées tangentiellement à ses faces antérieure et postérieure. Les demi-essieux du modèle de ceux de l'avant-train sont réunis par une *plaque d'assemblage*, assujettie en dessous, au moyen de deux *chevilles d'essieu à tête carrée*, encastrée dans la partie supérieure du corps d'essieu ; la plaque sert de rosette à l'écron de la cheville du milieu, et son *étrier porte-timon* de réserve donne appui aux écrous des deux chevilles extrêmes : rappelons-nous que, pour éviter l'usure du timon, on l'a garni d'une plaque de frottement.

La *lunette* placée à l'extrémité de la flèche permet la réunion

des deux trains; sa *garniture*, appliquée sur la face inférieure de la flèche et prolongée jusque sous la seconde planche marchepied, consolide la flèche. Deux *chevilles* assujettissent la lunette sur la flèche; la première, à *tête oblongue*, percée d'un *œillet* pour la *clef* à *chainette* et à *crampon*, suspend le *timon de réserve*: pour cela, après avoir engagé l'anneau carré du bout de timon sur la tête de cette cheville et placé la clef dans l'œillet, le timon est maintenu d'un côté par la clef et de l'autre par l'étrier: la seconde cheville de lunette est à *tête ronde*.

La garniture de lunette est fixée par quatre *chevilles de flèche*, à *tête ronde*: la dernière assujettit en même temps le milieu de la seconde planche marchepied. A l'extrémité antérieure de la flèche et sur sa face latérale gauche, elle porte un *anneau à patte* maintenu par deux *boulons*, donnant attache à l'extrémité de la *chaîne d'enrayage* du modèle de celle d'affût de 6; cette chaîne est supportée par deux *crampons*: l'un est fixé à la flèche, et le second à la face interne du brancard de gauche. La flèche porte sur la même face, mais plus près du corps d'essieu, deux *crochets à patte* destinés à suspendre le *cric* au moyen de deux *chaines à crampon*. Deux *plaques d'appui des roues* protègent la flèche dans les tournants.

Un *essieu porte-roue*, en bois renforcé à sa partie supérieure par un *équignon* de fer, pose, par le *coussinet* de bois dans lequel il est encastré, sur l'extrémité postérieure de la flèche et sur le tasseau du milieu; deux *chevilles d'essieu porte-roue* l'assujettissent, en traversant l'équignon, le *corps d'essieu*, le coussinet, les planches marchepieds et la flèche: la cheville postérieure traverse en outre l'étrier d'essieu porte-roue qui, fixé par des *vis* sur le coussinet, consolide son assemblage avec le corps d'essieu et le tasseau du milieu: les *écrous* de ces chevilles sont placés sous la flèche et s'appuient sur des *rosettes en talus*. Une *bande* de fer, assujettie au moyen de *vis* sur l'essieu porte-roue pour le consolider, est, ainsi que l'équignon, maintenue par la *rondelle d'épaulement* interposée

entre le gros bout du moyeu de la roue de rechange et le coussinet. Une *douille* garnit le bout de la fusée et retient l'équignon par son extrémité; elle est percée d'un *trou d'esse* et porte à sa partie supérieure une *chainette à piton*, destinée à fixer l'*esse* qui retient la roue de rechange sur l'essieu; une *rondelle de bout d'essieu* préserve le petit bout du moyeu de l'usure par l'*esse*.

Deux *seaux*, l'un ordinaire, l'autre de tôle pour la graisse, sont suspendus à des *crochets à patte*, fixés antérieurement au corps d'essieu sur la face interne des brancards.

La *prolonge*, fort cordage roulé en cylindre, est attachée, par ses *crochets*, aux écrous à œillets de la planche marchepied; les crochets de fer fixés par des épissures aux extrémités de la prolonge remplacent les piquets ferrés employés précédemment. Au bivac, on tend la prolonge entre deux voitures, en la fixant par deux tours à la jante et en l'arrêtant au moyen du crochet; deux ganses formées à deux mètres des extrémités tiennent les derniers chevaux à distance des roues.

Cinq *courroies avec chape, boucle et passant*, suspendent les marmites et les bidons; trois sont clouées sur la face postérieure du corps d'essieu, et leur chape sur la face externe de la planche marchepied de derrière; les deux autres sont fixées sur la face gauche de la flèche et leur chape sur la face interne des brancards.

Le coffre à munitions de l'arrière-train est double; sa construction est analogue à celle du coffre d'avant-train et ses ferrures sont semblables. S'ouvrant à l'avant et à l'arrière, les *couvercles* sont articulés au milieu du coffre et légèrement en dos d'âne, afin de faciliter l'écoulement des eaux pluviales; deux *boulons avec écrou et rosette* traversent selon sa largeur le milieu du coffre, consolident les *côtés* et empêchent leur écartement. La capacité intérieure du coffre est divisée par le milieu en deux parties, au moyen de deux *planches*, non jointives, entre lesquelles sont reçues deux *bandes* de fer, qui donnent at-

tache aux *charnières* des *équerres doubles*. L'équerre double du milieu n'a pas de charnière, elle s'arrête à la partie supérieure du devant et du derrière du coffre; tandis que les équerres latérales en ont quatre : deux pour les *morillons* et deux pour l'articulation du couvercle. Les côtés portent *deux poignées*. Deux *courroies à boucle*, appliquées sur le côté gauche à l'aide de crampons plats, suspendent une *bèche*; un *étrier à plaque*, et deux *courroies à boucle* maintenues par des *crampons* sur le côté droit, portent une *pioche*. Les deux *courroies à boucle* du couvercle sont destinées à fixer les fourrages; et la partie supérieure du couvercle, ainsi que ses charnières, est recouverte d'une large *bande* de cuir.

Les *planches de séparation* du coffre d'avant-train des caissons pour pièce de 6 ou de 12, sont placées parallèlement aux côtés; chaque demi-coffre pour canon de 6 ou obusier est divisé en trois compartiments principaux : celui du milieu renferme les charges pour les boîtes à balles ou les obus. Les coffres des caissons d'infanterie ou de cavalerie ont en tout quatre compartiments, disposés comme aux coffres d'avant-train. Des *écrous à œillet*, semblables à ceux de l'avant-train, assujettissent le coffre sur la voiture. Enfin l'avant-train et l'arrière-train emploient les mêmes roues.

La construction des caissons étant, à la différence du chargement près, basée sur les mêmes principes que celle des affûts, ces deux espèces de voitures ont une égale mobilité; l'angle du tournant des premières est même plus ouvert et atteint 56° environ : cette augmentation résulte d'une moindre largeur de la flèche.

Le caisson de 12 chargé, avec sa roue de rechange, et portant 116^k de fourrage, pèse 2200^k; celui de 6, 1950^k : c'est-à-dire, à peu près le poids des affûts. Marchant ordinairement à des allures moins vives, le caisson peut donc atteler les chevaux des pièces, pour les refaire quand ils sont fatigués.

Les brancards s'étendent particulièrement en avant du corps d'essieu d'arrière-train, et disposent la voiture pour recevoir en cet endroit la plus grande partie de la charge; aussi le coffre porte-t-il principalement en avant de l'essieu, afin d'équilibrer le poids de la roue de rechange qui, pesant de l'autre côté, tend à augmenter le poids du timon, et par suite la fatigue des chevaux. Ce surcroît de charge de la partie antérieure de l'arrière-train n'augmente pas trop le poids de la lunette : celle-ci ne pèse guère plus que la crosse de l'affût, facilite la séparation ou la réunion des trains, et n'empêche pas de faire permuter les avant-trains des caissons et des affûts. Le poids des munitions est donc favorable aux chevaux de timon; le timon, qui pèse 11^l quand le caisson est vide, est allégé de plus de 2^l lorsqu'on le remplit de munitions, et sans arrière-train le timon pèse 15^l. D'après cette observation, on commencera toujours par enlever les munitions du compartiment de derrière ou l'avoine; et les pièces de harnachement des chevaux blessés ou tués seront placées, de préférence, sur le marchepied de devant. Le fardeau surchargeant la partie antérieure de la flèche, on s'explique le motif pour lequel on lui a donné de plus fortes dimensions dans cette région.

Le coffre d'arrière-train de nos caissons transporte une grande quantité de munitions, et plus que ceux d'aucune autre artillerie; aux caissons pour :

Canons de 12, il contient 64 coups, dont 40 shrapnels, 12 boîtes à balles, 12 boulets ordinaires, et 64 charges de 2 kilogrammes.

Canons de 6, il contient 98 coups, dont 76 cartouches à boulets, 22 boîtes à balles, et autant de charges d'un kilogramme.

Obusiers longs des batteries de 6, il contient 56 coups, dont 36 obus ordinaires, 16 boîtes à balles, 4 balles à feu, 52 charges d'un kilogramme pour le tir des obus et des boîtes à balles, et de faibles charges de 0^l,50 de 0^l,30, de 0^l,25 et de 0^l,10 au nombre de 16 de chaque sorte, pour le jet des obus et des balles à feu.

Obusiers longs de la 20^e batterie montée, il contient 56 coups, dont 40 shrapnels, 8 boîtes à balles, 8 shrapnels incendiaires, 56 charges d'un kilogramme destinées au tir des shrapnels ordinaires ou des boîtes à balles, et 8 demi-charges pour lancer les shrapnels incendiaires.

Obusiers courts, il contient 58 coups, dont 44 obus ordinaires, 10 boîtes à balles, 4 balles à feu, 48 charges de 0^k,50 pour le jet des obus et des balles à feu, et 10 de 0^k,60 pour le tir à balles.

L'infanterie ou la cavalerie, il renferme 16000 cartouches d'infanterie ou 18000 de cavalerie.

Il y a en outre dans les caissons pour bouches à feu des étoupilles, des lances à feu et de la mèche en proportions suffisantes.

En évaluant à 200 environ le nombre de coups nécessaires à la consommation dans un jour de bataille, il faut donc un caisson et demi par canon de 12 et obusier long; un seul suffira pour l'approvisionnement d'une pièce de 6 ou obusier court : ainsi, le caisson pour canon de 6 est plus parfait que celui pour pièce de 12.

Le coffre d'arrière-train portant le double des munitions de l'avant-train, la charge est convenablement répartie sur les deux essieux et facilite le tirage. On a remarqué que de violents cahots détériorent plus rapidement les munitions des coffres d'avant-train, sans doute à cause de leur poids moins considérable.

L'arrière-train du caisson transporte 16 rations d'avoine sur le marchepied de devant, 12 de paille et autant de foin sur le coffre. Le foin est tressé en forme de rouleaux de la longueur du coffre : un rouleau absorbe deux bottes ordinaires. De chaque côté du couvercle, on en met trois que l'on fixe avec les courroies; la paille, assujettie par des cordes à fourrage, est placée dans leur intervalle.

Les poignées du coffre sont utiles au transport des canon-

niers et facilitent le déplacement du coffre dans les parcs : on y engage, à cet effet, deux leviers.

De toutes les voitures de campagne, le caisson est la plus courte; ses essieux sont distants de 2^m,20.

Chariot de batterie.

Les approvisionnements en outils, pièces de rechange, bois, fer brut et façonné pour les réparations sur le champ de bataille, des lanternes, une chevrette, un timon de rechange, des pelles et des piquets sont transportés par le *chariot de batterie*.

Cette voiture réclame la même mobilité que les autres voitures de la batterie, et réunira les conditions générales des voitures à quatre roues; son chargement doit surtout être bien emménagé, afin de rendre impossible tout mouvement intérieur et de permettre d'en retirer une pièce quelconque sans pour cela déplacer les autres; on facilitera le chargement et le déchargement, qui doivent se faire très-promptement; les objets dont se compose l'approvisionnement doivent être à l'abri des soustractions, et l'on disposera la voiture pour transporter au besoin des fourrages.

Au coffre près, l'avant-train du chariot de batterie est le même que celui du caisson et de l'affût. Le coffre a moins de hauteur; la séparation des trains ne s'exécutant jamais en présence de l'ennemi, il était inutile de l'échancrer par derrière; et il ne porte naturellement pas de prolonge. La division intérieure du coffre est appropriée à la nature de son chargement, qui consiste en outils de charpentier et de charron, plus une certaine quantité de clous; sa capacité est partagée en trois cases, dont une *grande* et une *petite* sur le devant : celle de *derrière* règne dans toute la largeur du coffre. La petite case de devant est divisée elle-même en une *petite case* proprement dite et des *boîtes*. Un *râtelier*, fixé dans la grande case, contre le devant du coffre, et un second appliqué contre

le derrière de la grande case postérieure, portent des outils. Des *crampons*, enfoncés dans les parois de la grande case, portent un *compas*, un *mètre*, une *équerre* et une *fausse équerre*, un *quart de cercle* et une *meule plate* pour aiguiser les outils. Des *passants* et des *courroies* de cuir, cloués contre le doublage du couvercle, reçoivent un *sac* de toile peinte pour rations, des *faux* et des *scies*. A l'extérieur et sur le devant du coffre est assujéti un *palonnier de réserve*.

L'arrière-train se compose essentiellement d'une grande caisse, élevée au-dessus du sol sur une charpente horizontale supportée par deux roues de même modèle et de mêmes dimensions que les roues d'avant-train.

Le corps de voiture est établi d'une manière analogue à celui du caisson; il n'en diffère quant à sa composition que par deux *entretoises*, réunissant par leurs extrémités les *brancards* à la *flèche*; l'écartement des brancards est assuré par quatre *épars* intermédiaires : des *encastremets* de la flèche reçoivent les entretoises et les épars, assemblés à *tenons* et *mortaises* dans les brancards. On a donné le même équarrissage aux entretoises et aux brancards; par suite, les tenons des entretoises occupent le milieu de l'épaisseur de la pièce de bois, tandis que les tenons des épars sont dans le prolongement de la face inférieure de la pièce, à cause de sa plus faible épaisseur. La largeur des brancards est plus considérable à l'endroit où ils s'encastrent dans le corps d'essieu; et leur face de contact avec celui-ci, entaillée en queue d'aronde, reçoit un tenon de même forme ménagé sur le fond de l'encastrement du corps d'essieu.

La caisse est fermée à sa partie inférieure par des *planches* de *fond*, vissées sur les épars et reposant dans une *rainure* des entretoises. Six *épars montants* s'élèvent perpendiculairement à chaque brancard, en le traversant d'outre en outre par leurs tenons établis dans le prolongement de leur face externe; des *planches de côté* reposent sur les brancards et sont assujetties

intérieurement, au moyen de *vis*, contre les épars montants; deux *ridelles* assemblées à *tenons* et *mortaises* avec ces épars couronnent leur extrémité supérieure.

Le *devant* limite antérieurement la caisse; deux *entretoises* horizontales, assemblées dans les deux premiers épars montants et les *ridelles*, maintenues à distance par deux *petits épars*, donnent appui à des *planches* qui, appliquées intérieurement aux montants, ferment ainsi la partie supérieure du devant; sa partie inférieure est fermée par un *abattant*, servant de porte au *coffre* à *lanternes* et articulé au moyen de deux *charnières* à *pattes*, assujetties par des *vis* sur la face externe de l'entretoise inférieure du devant: ces charnières sont placées exactement au-dessous des petits épars; enfin sur le cadre de l'abattant sont adaptées des *planches*.

Le coffre à lanternes est séparé de la grande caisse d'arrière-train par des *planches* de *dessus* et de *derrière*; deux *planches de côté* sont appliquées intérieurement contre les côtés du chariot. Il est divisé en quatre *cases*: celle de droite, contenant deux *bougies* et une *boîte à brûlin*, est limitée à sa partie inférieure par une *petite planche de devant*; les autres renferment chacune une *lanterne*. La partie supérieure du coffre à lanternes est reliée au devant de la caisse par deux *équerrres* à *vis*, et les deux *chevilles* à *tête carrée* encastrée, qui traversent verticalement le derrière, assujettissent sa partie postérieure: leurs *écrous* s'appuient au-dessous des *planches* de fond du chariot.

Le *derrière* clôture postérieurement la caisse, et ses deux *charnières* à *pattes*, assujetties par douze boulons, permettent de le rabattre autour de son arête inférieure, consolidée par une *équerre double*: cet *abattant de derrière* est établi comme celui de devant. Toutefois ce dernier porte à sa partie inférieure un *tourniquet*, qui, engagé dans la *fente* d'un *morillon* à *patte* fixé sur l'entretoise de devant, permet de fermer le coffre à lanternes avec un cadenas; tandis que le derrière est retenu à sa partie supérieure par un *boulon d'écartement de ridelles*,

équarri à sa *tête* et introduit dans deux *plaques de boulon d'écartement*, assujetties par quatre *boulons* à la face externe des *ridelles* : un *écrou à manivelles* se visse sur le *bout fileté* du boulon, placé du côté gauche de la caisse. Deux *tenons à pattes*, fixés à la partie supérieure du derrière, donnent appui à la face antérieure de l'*entretoise du couvercle*, et contribuent à maintenir en place la partie supérieure du derrière.

Deux *œillets à anneaux*, rivés sur les *plaques du boulon d'écartement*, donnent attache aux *crochets des chaînes* placés à l'extrémité des *montants* d'une *fourragère* de bois.

Quatre *épars* réunissent les *montants* de la *fourragère*, articulée à sa partie inférieure par des *crochets à bandages*, engagés dans les *œillets à patte* des extrémités des *brancards*; les sommets des *montants* sont également garnis de *bandes* de fer, maintenues comme les *bandes inférieures* par des *boulons* : la *tête à piton* du boulon extrême de chaque montant reçoit l'*anneau* de la chaîne *fourragère*.

Un *couvercle* cintré ferme la partie supérieure de la caisse. Il est composé de deux *ridelles* de mêmes dimensions que celles des côtés et de cinq *ridelles de faite*, parallèles aux premières, mais d'un plus faible équarrissage; deux *entretoises* réunissent par leurs extrémités les *ridelles latérales*, et deux *bouts* en forme de segment circulaire ferment la portion de surface cylindrique dessinée par le couvercle : leurs *entailles* reçoivent les *ridelles de faite*, et quatre *chevilles à tête carrée* encastrées les fixent sur les *entretoises*. L'assemblage des *ridelles* et des *entretoises* est consolidé par quatre *équerres d'angles*; deux *plaques de frottement*, assujetties sur la face interne de l'*entretoise postérieure* du couvercle, la garantissent de l'usure qu'occasionnaient les *tenons à pattes* du derrière de la caisse. Des *planches* clouées sur les *ridelles de faite* constituent la surface convexe du couvercle, consolidée par deux *cerceaux* de tôle et garantie de l'humidité par une *couverture de toile* peinte bordée de cuir.

Le couvercle s'ouvre du côté gauche de la voiture; dans ce but deux *charnières à pattes* assujetties par seize *boulons* articulent la ridelle de droite de la caisse à celle du même côté du couvercle; elles correspondent au second et au cinquième épars montant. Deux *morillons* avec *charnière à patte*, placés symétriquement aux charnières et maintenus sur la ridelle de gauche par huit *boulons*, servent, concurremment avec les deux *tourniquets* portés par les épars montants, à la fermeture de la caisse. Deux *marchepieds*, fixés par quatre *boulons* vers les extrémités du brancard de gauche, facilitent la recherche des objets qu'on veut extraire de la caisse : la *patte* du *marchepied* postérieur recouvre celle de l'*œillet* du crochet de fourragère.

Le mode de réunion et de liaison des pièces de bois, dont l'ensemble constitue le corps de voiture, étant analogue à celui du caisson, il suffira de signaler leurs différences. La troisième cheville de flèche est remplacée par un *étrier de flèche*, maintenu par deux chevilles, qui relie la flèche à l'entretoise de devant; l'extrémité postérieure de la flèche est fixée sur l'entretoise postérieure par une *cheville de derrière de flèche*; le second *crampon de support* de la chaîne d'enrayage est placé à la partie antérieure gauche de l'entretoise de devant; quatre *viroles* carrées garantissent les bouts de brancards et quatre *équerres d'angles* placées en dessous les réunissent aux entretoises; deux autres *équerres* lient la partie supérieure des ridelles à l'entretoise supérieure du devant de la caisse; quatre *chevilles à tête carrée*, encastrée dans les ridelles, traversent les épars montants des angles et les ridelles, fixant ainsi les côtés sur les brancards; une *bande d'entretoise de derrière* garantit de l'usure la partie supérieure de l'entretoise de derrière : la cheville de derrière de flèche et des *bandes d'épars* l'assujettissent.

Une *servante* de bois soutient le couvercle quand on veut extraire un objet de la caisse; elle est liée par son *œillet* à celui d'un *boulon* fixé à la ridelle de gauche du couvercle au-dessus

du troisième épars montant : une *douille*, maintenue par des *rivets* sur la servante, termine sa *tige* ; l'extrémité inférieure de la servante est également armée d'une *douille* portant un *œillet carré*, que, pour tenir le couvercle ouvert, l'on engage sur la *tête à mentonnet* d'un *crampon* traversant la ridelle de côté, et placé à la partie supérieure du troisième épars ; une *courroie à boucle et passant*, appliquée à la ridelle du couvercle au delà du morailion postérieur, maintient la servante quand le couvercle est abattu.

La caisse d'arrière-train du chariot de batterie contient deux *grands coffres*, de 0^m,30 de largeur sur 2^m,20 environ de longueur ; trois grands *tasseaux* les séparent et quatre *petits tasseaux*, placés sur le fond dans les coins de la caisse, maintiennent les coffres à distance des côtés et empêchent leur déplacement ; des *entailles* pratiquées dans les grands tasseaux reçoivent un *essieu* et un *semi-essieu de rechange*. La caisse contient en outre deux *prélats*, un *brancard* et une *fourchette* d'avant-train, des *jantès*, des *rais*, une *volée*, des *hampes d'écouvillons*, 50^k de *fer brut* et un *étabi de charpentier* avec *valet*. Les deux *manches de faux* sont assujettis intérieurement au couvercle par quatre *courroies à boucles*, clouées sur les ridelles de falte.

Les coffres sont de bois, et consolidés par des ferrures. Sur leur *fond* rectangulaire s'élèvent deux *côtés* de même forme, mais d'inégale hauteur ; le côté intérieur est le plus haut ; le *devant* et le *derrière*, en trapèze, ont leurs parties supérieures inclinées ; le *couvercle*, s'ouvrant sur le côté interne, est renforcé par trois *liteaux*. Deux *planchettes* divisent, perpendiculairement aux côtés, l'intérieur du coffre en trois cases ; le coffre de droite porte un *rételier* contre le côté interne de la grande case du milieu ; deux *équerrres doubles* en fer, avec *charnières*, *bandes* de *charnières* et *morillons*, enveloppent le coffre ; deux *crampons* de *morailion*, rivés sur la *bande montante* interne, permettent la fermeture du coffre ; huit *équerrres* ren-

forcent ses arêtes verticales; six, celles de jonction du fond avec les côtés, le devant et le derrière du coffre; enfin deux *poignées à plaque*, assujetties sur le devant et le derrière par quatre *boulons*, facilitent son transport. Les couvercles sont recouverts d'une *toile avec bordure* en cuir; celui de gauche porte un *tenon* pour la *maille à crampon*, fixée à la servante, et destinée à le soutenir quand il est levé. Les coffres sont exhaussés par deux *liteaux* formant traineau.

Le coffre de gauche, désigné sous le n° 1, contient dans sa case postérieure un *petit coffret* renfermant trente *flambeaux*; les autres cases sont occupées par les *pièces d'assortiment et de rechange*. Le coffre n° 2, placé à droite, contient aussi, dans sa petite case postérieure, un *coffret*, qui renferme les *petits objets du sellier*; on met dans les autres cases les *approvisionnement*s et les *outils* à l'usage du sellier. Les deux coffrets susmentionnés sont du même modèle, ils ont 0^m,48 de longueur sur 0^m,38 de hauteur et 0^m,25 de largeur; le *couvercle*, renforcé par deux *liteaux*, disposés perpendiculairement aux *côtés*, est mobile autour de deux *charnières* en cuir, clouées sur le derrière; deux *poignées* en cuir sont assujetties, par des *clous*, sur le devant et sur le derrière.

Les autres objets de l'approvisionnement sont transportés à l'extérieur du chariot de batterie. Un *crochet à patte*, fixé à la partie postérieure gauche du corps d'essieu d'arrière-train, porte un *pot à peinture*; deux autres *crochets*, assujettis à la partie postérieure droite de la flèche, servent avec deux *chaines à crampon*, fixées au dedans du brancard de droite, à porter le *pied* de la *chevette*, dont le *levier* est engagé dans deux *étriers* et une *courroie à boucle*, appliqués contre le deuxième et le quatrième épars de gauche: le premier est carré, le second est rond, et tous deux sont fixés par deux *boulons à tête ronde*; à hauteur du troisième et du cinquième épars, le brancard de gauche porte deux *étriers* horizontaux, dans lesquels on engage les *cognées des haches*, dont les man-

ches sont reçus dans des *étriers* verticaux attachés au deuxième et au quatrième épars; à la partie antérieure droite de l'arrière-train et à sa partie postérieure, deux *doubles étriers de pelles*, un *double étrier de pelle et pioche*, un *étrier porte-pioche* et huit *courroies à boucle* portent ensemble l'approvisionnement en outils destinés à l'aplanissement des chemins.

Nous renouvellerons, à propos du chariot de batterie, l'observation faite à l'occasion du caisson, savoir : qu'il convient de reporter la plus grande charge vers la partie antérieure du corps de voiture, afin de soulager les chevaux de derrière en équilibrant le poids du timon; on placera donc les fers vers l'avant de la caisse. Malgré cette attention, le timon pesant encore 10^k, c'est, de toutes les voitures de campagne, le chariot de batterie qui fatigue le plus les chevaux de timon : on l'allégerait en reportant la caisse vers l'avant. Cette voiture tourne aussi court que le caisson, et, du même poids, elle jouit d'une mobilité suffisante; tous les objets étant bien maintenus par des taquets et des bouchons de paille qui remplissent les vides, les mouvements intérieurs du chargement sont impossibles; l'abattant de derrière facilite l'introduction et l'extraction des objets renfermés dans la caisse.

La même voiture peut encore servir au transport des effets d'officiers et des médicaments; on remplace alors les deux coffres de l'intérieur par huit *coffres d'officiers* et deux à *médicaments*. Leur hauteur est égale à celle du coffre à lanternes; ils ont 0^m,25 de largeur, et leur longueur est un peu moins considérable que la largeur de la caisse du chariot; la *serrure* est logée dans le *couvercle*; des *liteaux*, cloués sur le *derrière* des coffres, permettent de les ouvrir sans les retirer du chariot et les maintiennent pendant la marche; d'autres *liteaux*, appliqués le long des côtés du chariot et sur le fond, garantissent les côtés de la caisse. Pour approprier le chariot à cette nouvelle destination, on enlève les planches qui divisent en com-

partiments l'intérieur du coffre d'avant-train, et l'on supprime les courroies du couvercle.

Forge de campagne.

On ne trouve pas toujours en campagne, à portée des batteries, une forge outillée et approvisionnée pour les réparations du matériel pendant ou après une action ou une marche; la ferrure des chevaux seule occupe continuellement le maréchal ferrant. Il est donc utile de traîner à la suite des batteries une voiture portant les objets nécessaires au ferrage des chevaux, et à la confection ou à l'applicage des ferrures du matériel.

Dans ce but on a donné aux batteries la *forge de campagne*, assujettie à les suivre en tous lieux et par tous les chemins. La forge doit naturellement porter : un *âtre*, un *soufflet*, un *étau d'établi*, des *marteaux*, des *tenailles*, une *enclume*, les *outils du maréchal* et du *forgeron*, du *charbon*, etc., etc.; être propre à l'exécution du travail du maréchal et du forgeron, et garantie des accidents que pourrait occasionner le feu.

Comme toutes les autres voitures des batteries, la forge est composée de deux trains, réunis entre eux à la manière ordinaire.

L'avant-train de la forge et celui du chariot de batterie ne diffèrent que par les divisions intérieures du coffre. Deux *planches de séparation* partagent la capacité du premier en une *grande case* sur le devant, une sur le *derrière* et une sur le *côté droit* : celle-ci est subdivisée en trois *petites cases*; la petite case de derrière est elle-même partagée en deux *boîtes* à quatre *compartiments*, et les autres sont divisées en deux. Un *râtelier* d'outils est fixé par des *vis* contre le derrière du coffre et dans la grande case de derrière; les côtés de la grande case de devant portent quatre *crampons*, et la grande case de derrière en a six.

Ce coffre d'avant-train contient les *recharges* et les *outils du*

forgeron, ainsi que ceux d'un usage commun au forgeron et au maréchal; dans les boîtes et les petites cases, on place des *clous*, des *crampons* et des *esses* pour la réparation des chaînes; son couvercle porte un *sac* de toile peinte pour rations, et à la partie antérieure externe du coffre est fixé un *palonnier de réserve*.

L'âtre avec ses dépendances, les outils et les approvisionnements du maréchal ferrant sont placés sur l'arrière-train de la forge. La composition du corps d'arrière-train a beaucoup d'analogie avec celle du chariot de batterie; des *brancards* de même forme sont réunis par quatre *entretoises à doubles tenons* embrévés; l'entretoise *de devant* et celle *de derrière* reposent, par leur *échantignolle* entaillée, sur la *flèche*, *encastrée* à cet effet; celle-ci traverse le *corps d'essieu* par une ouverture rectangulaire. Le mode de liaison et les ferrures du corps de voiture présentent plusieurs différences avec le chariot de batterie; ainsi, la *chaîne d'enrayage* est fixée au-dessous de la flèche par la première *cheville de lunette*, dont la *tête* est à *charnière*, comme à l'affût; un *boulon* rivé traverse horizontalement le bout de la flèche, et comprime les fibres du bois; la réunion des brancards et du corps d'essieu est consolidée par deux *étriers*, servant en même temps à retenir l'essieu dans son encastrement où il est déjà assujetti par la cheville d'essieu, qui traverse le corps d'essieu et la flèche; l'essieu est d'une seule pièce, comme aux affûts: il ne porte donc pas de plaque d'assemblage. Une *planche d'établi* est appuyée sur des *embrèvements* pratiqués dans les deux entretoises postérieures, assez rapprochées l'une de l'autre dans ce but, et repose sur deux *liteaux* fixés aux brancards.

Un *bac à charbon* en bois, pouvant contenir 50^k de houille, est suspendu au-dessous du corps de voiture, en arrière de l'entretoise antérieure; son *fond* va en remontant vers les deux *abattants* de tôle, munis de *charnières à gonds*, *morillons* et *tourniquets*, qui ferment ses côtés. Le fond, le devant, le derrière,

les parties des brancards et de la flèche qui traversent le bac sont garantis du feu par un *doublage* de tôle; deux *équerrres* de tôle placées extérieurement sur l'arête inférieure du devant et sur celle du derrière les consolident. Ce bac est porté par deux *étriers* de fer, fixés aux brancards à l'aide de deux *chevilles*, et au bac par des *vis*.

Un *âtre* en forte tôle, établi au-dessus du bac à charbon, sert de foyer à la forge; il est fermé antérieurement et latéralement par une *bande d'âtre* en fer, rivée sur les *bandes de support*, qui reposent sur l'entretoise de devant et les brancards, puis soudée au fond de l'âtre: avant de souder ces pièces, on les a reliées entre elles par des *dents* repliées de part et d'autre. L'entretoise de devant et les brancards sont garantis de l'action du feu par deux *doublages* en équerre, assujettis, au moyen de *vis*, sur leurs parties supérieures. L'âtre est fermé à sa partie postérieure par une *plaque de foyer* ou *contre-cœur* de fer, repliée sur le fond de l'âtre et maintenue à l'aide de quatre *chevilles*. Quatre *boulons* fixent la bande d'âtre à la plaque de foyer, reliée elle-même aux brancards par deux *chevilles* qui traversent ses *patte*s repliées d'équerre; deux *arcs-boutants* à *patte*s et *crochets*, unis par deux *boulons* à *œillet* et deux *chevilles* à la plaque et aux brancards, contribuent à maintenir la plaque dans une position verticale. L'œillet du boulon reçoit le *crochet* extérieur du *paravent* de tôle, dont la *patte* intérieure est engagée au dedans de la bande d'âtre: les deux crochets et les deux *patte*s donués au *paravent* permettent de l'appliquer latéralement du côté où vient le vent, afin de concentrer la flamme du foyer. Une *plaque de tuyère* de fonte, assujettie par cinq *boulons* sur la plaque de foyer, garantit celle-ci de l'action directe du feu; deux de ces *boulons* fixent en même temps, par ses *patte*s, le *porte-tuyère* de fer, placé obliquement sur la face postérieure de la plaque. Le *bout* de la *tuyère* de fonte traverse les plaques de foyer et de tuyère; la tuyère s'appuie sur cette dernière par sa *rondelle d'épaulement*; entre le porte-

tuyère et la rondelle d'épaulement on interpose deux *rondelles mobiles* de fer. La tuyère reçoit, dans un *logement tronc-conique* pratiqué suivant son axe et prolongé cylindriquement jusqu'à l'extrémité, la *buse* de tôle du *soufflet*, qui conduit au centre du foyer l'air expulsé du soufflet.

Le soufflet de la forge est fait de bois et de cuir; sa buse est enchâssée dans le trou tronc-conique du *mufle* de bois, consolidé extérieurement par une *plaque de renfort* assujettie au moyen de *vis*. La *planche du milieu* du soufflet est encastrée dans le mufle, au-dessus de la base du logement tronc-conique de la buse. Quatre *charnières* de fer articulent le mufle avec deux autres *planches de dessus et de dessous*. Vers le centre de la partie postérieure des planches du milieu et de dessous, on a pratiqué une ouverture rectangulaire que des *soupapes* de bois, garnies de peaux de chat à leur partie inférieure, ouvrent et ferment à volonté. La soupape de la planche de dessous est articulée, par une *charnière* de cuir, du côté du mufle, l'autre l'est du côté opposé; elles s'ouvrent toutes deux de bas en haut, et des *poches* de cuir, clouées au-dessus, limitent leur mouvement ascensionnel. Les planches sont doublées intérieurement de *toile* et recouvertes de *papier*.

Entre les planches sont interposés deux *châssis* avec *traverse*, recouverts de toile et liés au mufle par des *charnières* de cuir: ils affectent la forme du contour du soufflet, maintiennent le cuir de vache qui garnit son pourtour, et divisent ses plis; des *clous à tête ronde* assujettissent le cuir sur le bord des planches, des châssis et sur le mufle. Une *enveloppe* de toile peinte, bordée de cuir et fixée par des *boutons à boutonnières*, recouvre le soufflet. Les planches sont consolidées par trois *bandes de renfort*, fixées, l'une sur la planche de dessus, l'autre sur celle du milieu, et la troisième à la partie supérieure de la planche de dessous, par cinq *rivets* chacune; une *bande arquée* est assujettie sur la planche supérieure, parallèlement à la bande de renfort.

Plusieurs ferrures servent à supporter le soufflet et à le mettre en jeu. Une *bande à tourillons*, rivée sur la planche du milieu, fait fonctions d'essieu autour duquel se meuvent les différentes parties du soufflet; les tourillons sont reçus dans les *encastremens postérieurs des montants porte-soufflet*, dont les *pattes* sont assujetties par les chevilles postérieures des étriers d'essieu; des *arcs-boutants à pattes*, réunis aux montants par deux *boulons à écrous à six pans*, et aux brancards au moyen de deux *chevilles* qui les traversent un peu en avant de la troisième entretoise, assurent les montants dans une position verticale: ces chevilles assujettissent les arcs-boutants par leurs pattes. Des *sus-bandes*, fixées au moyen de quatre *vis à six pans*, recouvrent les tourillons. Les encastremens pour les tourillons sont doubles, afin de pouvoir avancer le soufflet en plaçant ses tourillons dans les encastremens antérieurs, lorsque, par l'usage, le petit bout de la buse est consumé. Le muflle du soufflet est encasté dans la seconde entretoise et maintenu au moyen d'un *étrier*, dont les *montants* traversent l'entretoise et sont fixés en dessous par deux *écrous* avec *rosettes*.

A partir de l'*œillet*, pratiqué pour livrer passage au boulon qui les réunit aux arcs-boutants, les montants sont recourbés vers l'intérieur de la voiture, de manière à réduire à la moitié l'écartement des *œillets* qui terminent leurs extrémités supérieures, réunies par une *traverse de branloire*; celle-ci appuie ses *épaulements* contre la face interne des montants, et est assujettie par deux *écrous à six pans*, fixés sur ses *bouts filetés*, introduits dans les *œillets* des montants. La *branloire*, levier de fer d'une longueur de 1^m,28, est engagée par son *grand œillet* sur la traverse, et donne attache, par l'*anneau* fixé dans l'*œillet* de l'extrémité de son petit bras, au *crochet de la tringle* de fer. Cette tringle est fixée, au *piton* de la partie postérieure de la planche de dessous du soufflet, par son *crochet inférieur*, placé perpendiculairement au premier. L'*œillet* de l'extrémité

du grand bras de levier de la branloire reçoit, dans sa *maille de bout*, la *chainette* de la *poignée*.

Pour faire agir le soufflet, on élève et l'on abaisse alternativement, avec la main, la poignée de la branloire, qui communique ce mouvement alternatif à la planche de dessous : le poids des *plaques* de fonte, rivées au-dessus et au-dessous des planches supérieures et inférieures du soufflet, les fait abaisser au moment opportun. Le piton qui donne attache au crochet inférieur de la tringle est assujetti sous la plaque de la planche de dessous; la plaque supérieure porte un *piton à chaînette* terminée par un crochet que l'on engage sur la traverse de branloire, afin de soutenir la planche de dessus quand on ne se sert pas du soufflet : la poignée de la branloire est alors arrêtée dans le crochet de l'arc-boutant de la plaque de foyer, pour éviter l'entre-choquement des différentes parties de la voiture pendant la marche. Le jeu du soufflet s'explique trop aisément de lui-même pour que nous croyions utile d'entrer dans des détails à ce sujet.

Le *coffre du maréchal* est placé derrière le soufflet, sur l'entretoise postérieure; son *couvercle*, dont le doublage forme *emboîture*, est légèrement bombé et recouvert d'une *plaque* de tôle clouée sur les *rebords*. Quatre *équerres d'angles*, huit de *côtés*, deux de *fond* et une de *devant*, renforcent le coffre aux angles inférieurs, supérieurs, sur le *derrière* et sur le *devant* : ces équerres sont fixées par des *vis*. Le couvercle, ouvrant sur le derrière, porte, à la partie antérieure, deux *charnières* formées de *bandes à pattes* et de *bandes ordinaires* : ces dernières sont assujetties sur le couvercle; le *tournequet* de la *bande à patte à œillet*, fixée sur le derrière, sert, avec le *morillon* du couvercle, à la fermeture du coffre; deux *poignées à plaque* sont fixées au milieu des *côtés* par quatre *boulons à piton* et des *vis*.

Le coffre est assujetti sur la voiture au moyen de deux *œillets carrés à patte* fixés par deux *boulons* sur la partie anté-

rière de la troisième entretoise : ces œillets reçoivent les pattes des bandes de charnière; un *arrêtoir à patte* et à *œillet*, placé au milieu de la partie supérieure de la quatrième entretoise, et maintenu par un *boulon*, s'engage dans l'*anneau carré* de la patte qui termine la bande à laquelle appartient le tourniquet du coffre; une *clef*, extrémité d'une *chaînette*, dont le *crampon* est fixé à droite de l'arrêtoir, retient l'anneau carré sur l'arrêtoir. Le coffre est divisé en deux *grandes cases*; deux *petites* sont situées l'une à droite, l'autre à gauche des cases de devant et de derrière; dans la case de derrière, il y a des *crampons* et un *râtelier* à outils. Les grandes cases de devant et de derrière renferment les *outils du maréchal ferrant*; dans la petite, de la case de devant, on met un *pas-d'âne* et des *tenailles*; et dans la petite, de derrière, des *clous* au nombre de huit par fer, des *lames* et un *boutoir*; 116 *fers à cheval* sont en outre placés dans la grande case de devant.

Quand, pour le travail, on a séparé les deux trains de la forge, la partie antérieure de l'arrière-train est soutenue horizontalement par une *double-servante*, formée de deux servantes réunies vers le bas par une *tringle d'assemblage*; deux *crochets à douille* les terminent à leur partie supérieure et sont engagés dans les *œillets* de la *tête oblongue* de deux *chevilles* qui, traversant les brancards et les tenons de l'entretoise de devant, soutiennent la partie antérieure des étriers de support du bac à charbon; pendant la marche on engage les extrémités inférieures des servantes, armées de *viroles à mentonnets* et de *pointes*, dans les *mailles* des deux *chevilles* à tête *allongée* et à *œillet* qui maintiennent postérieurement les étriers de support du bac à charbon et la patte de la plaque de foyer.

Deux *crochets porte-seau, à patte*, placés intérieurement aux brancards, en avant de la troisième entretoise, suspendent un *seau ordinaire* et un *à graisse*. Deux *crampons*, situés l'un au-dessus et l'autre au-dessous du brancard de droite, portent

deux *courroies à boucle* auxquelles on fixe un *chevalet à ferrer*.

Quatre *crampons*, engagés dans la face externe de chaque brancard, deux à hauteur du mufle du soufflet, et les deux autres vers le milieu du coffre de derrière, portent deux *courroies à boucle*, donnant attache à un *levier d'embattage de roues*. L'*enclume* est placée sur son *billot* dans l'âtre de la forge.

Le mode de construction de la forge et son poids, qui ne s'élève pas au delà de 1650 kilogrammes, la rendent très-mobile; l'indépendance de ses trains et son tournant, de 56° environ, lui permettent de se porter au secours des affûts endommagés, sur quelque terrain qu'ils se trouvent. Toutes les parties en bois voisines de l'âtre étant recouvertes de tôle, la voiture n'est pas exposée aux accidents : on pourrait même qualifier d'excès de précaution le soin que l'on a pris de recouvrir le coffre de derrière. L'élévation convenable du cadre de la voiture, procurée par la bonne hauteur des roues, et sa rigidité suffisante, résultant de ce que les brancards ne peuvent ni glisser longitudinalement par suite de leur mode d'assemblage au corps d'essieu, ni prendre de mouvement dans le sens vertical, à cause des entretoises et du corps d'essieu qui les lient intimement, permettent de faire servir la voiture d'établi pour le travail du forgeron. La quatrième entretoise est d'ailleurs disposée à cet effet, car elle porte vers la gauche trois *plaques* fixées au moyen de *vis* ; l'une d'elles est à la partie supérieure, l'autre en dessous, et la troisième à la face postérieure de l'entretoise; les trous de ces plaques reçoivent les *griffes* des *plaques d'établi* de l'*étau*. Quand il faut travailler au feu une pièce d'une grande longueur, comme un cercle de roue par exemple, on prend dans l'avant-train le *fer d'embattage* de roue, on le place sur l'extrémité de la flèche et on l'assujettit au moyen des chevilles de flèche; il procure ainsi un second point d'appui au cercle introduit dans le feu par un autre de ses points.

La forge est d'une grande utilité en campagne, surtout quand on est loin des lieux habités ; aussi, en a-t-on donné deux aux batteries françaises : l'une est destinée à l'entretien du matériel, l'autre au ferrage des chevaux. Chez nous, la même forge est employée aux deux services.

Attelage. — Les caissons, les chariots de batterie et les forges sont comme les affûts attelés de six chevaux, malgré leur service moins fatigant que celui des voitures de la première ligne, qui, ordinairement, n'ont pas la faculté de choisir leurs chemins ; de cette manière, on tient toujours en réserve des chevaux moins fatigués qui, au besoin, peuvent permuter avec ceux des pièces et leur laisser le temps de se refaire. Les affûts de réserve, dont le poids n'excède pas 1400 kilogrammes, n'exigent pas plus de quatre chevaux.

VOITURES DES PARCS.

Le nombre de voitures des batteries de campagne doit être réduit au strict nécessaire, si l'on ne veut perdre, par une grande longueur des colonnes, la mobilité que leur procure la bonne construction des voitures ; c'est pourquoi l'on n'adjoint aux huit bouches à feu de la batterie ¹ que les voitures indispensables.

¹ Les quatre batteries à cheval (numérotées de 1 à 4) comptent 8 bouches à feu, dont 6 canons de 6 et 2 obusiers longs.

Les 6^{me}, 7^{me}, 11^{me}, 14^{me}, 16^{me} et 17^{me} batteries montées, ont 6 canons de 6 et 2 obusiers longs.

Les 8^{me} et 10^{me} montées n'ont que 4 bouches à feu, dont 3 canons de 6 et un obusier.

Les 9^{me} et 15^{me} montées se composent de 8 canons de 12.

Les 5^{me}, 12^{me}, 13^{me}, 18^{me} et 19^{me} montées ont reçu 4 canons de 12.

Et enfin la 20^{me} montée a 4 obusiers longs pour le tir des shrapnels.

En temps de guerre on formerait probablement, en outre, des batteries d'obusiers courts ; et les 8 batteries montées qui aujourd'hui ne comptent que 4 bouches à feu seraient complétées.

C'est assez dire que l'on ne peut faire transporter par ces batteries le complet de l'approvisionnement à 300 coups par bouche à feu, qu'une longue expérience de la guerre a consacré, et la totalité des 30 ou des 40 cartouches par homme d'infanterie ou de cavalerie de la division dont elles font partie; sans cela, les batteries de campagne compteraient un nombre considérable de voitures. Il faut cependant conduire avec les batteries un approvisionnement suffisant pour une bataille, afin de n'être pas dépourvu de munitions, si la batterie se trouvait abandonnée à ses propres ressources : l'expérience de la guerre sert encore de guide dans cette estimation; elle enseigne que plus de 200 coups par bouche à feu ne sont jamais consommés pendant de longues batailles : on s'est approximativement arrêté à ce chiffre, en donnant aux batteries un certain nombre de caissons d'artillerie¹; en outre, les batteries de 6 montées ont reçu six caissons d'infanterie pour transporter 150000 cartouches, et les deux caissons de cavalerie, donnés aux batteries à cheval, transportent 56000 cartouches. Comme les batteries de 12 font partie de la réserve, elles ne comptent pas de caisson d'infanterie; de cette manière, malgré le plus grand nombre de caissons qu'exigent les batteries de 12 pour leur approvisionnement à 200 coups par pièce, par suite de la moindre contenance des caissons, toutes les batteries montées comptent à peu près le même nombre de voitures quand on leur donne le même nombre de bouches à feu.

Le complet de l'approvisionnement de campagne exige donc que l'on tienne en réserve un demi-approvisionnement pour bouches à feu, et le supplément de l'approvisionnement en cartouches d'infanterie, transporté par les batteries de division, afin de permettre le remplacement des munitions épuisées.

Dans ce but, le *parc de réserve*, qui suit chaque corps d'armée

¹ Les batteries de 6 ont un caisson par bouche à feu; celles de 12 et la batterie d'obusiers longs en ont un et demi par pièce.

à une ou deux lieues de distance, a pour mission de pourvoir au remplacement des munitions des batteries et des troupes de la division, au moyen d'un approvisionnement de 100 coups par bouche à feu, et d'un nombre suffisant de caissons chargés du complément des cartouches d'infanterie. Le parc de réserve doit aussi avoir des affûts de rechange pour remplacer ceux des batteries mis hors de service, des chariots de batterie et des forges qui fournissent un supplément de rechanges ou de pièces de harnachement, des armes portatives, des poudres en baril, des artifices de guerre, etc., etc.

On transporte les munitions confectionnées dans des caissons. Les chariots de batterie attachés aux parcs comptent dans leur chargement, outre une plus grande quantité des objets transportés par ceux des batteries, des pièces encombrantes ou dont le remplacement exige un trop long travail pour être exécuté aux batteries mêmes; ils portent, de plus, des *lunettes de crosse*, des *chevilles ouvrières*, des *vis de pointage* et *écrous* de bronze, des *anneaux* pour leviers de pointage et pour chaînes d'enrayage, objets qui ne figurent pas dans l'approvisionnement en recharges transporté par les batteries. Au chargement ordinaire du coffre d'avant-train de la forge, on joint de l'acier et du fil de fer, quand elle est destinée au parc de réserve.

Les armes portatives et les artifices sont renfermés dans de grandes caisses, le transport de ces objets exige donc une voiture particulière dont la construction soit appropriée à la nature de ce chargement.

Chariot de parc ou prolonge.

Le *chariot de parc*, désigné généralement sous le nom de *prolonge*, est destiné à porter les *caisses d'armes*, les *poudres en barils*, les *artifices*, etc., etc. Il doit convenir également au service des équipages de siège et transporter dans ce cas des outils ou les approvisionnements pour la construction des bat-

teries, des cordages ou d'autres objets utiles dans les sièges ; et enfin il faut qu'au besoin la voiture puisse être chargée de munitions de bouche.

Cette voiture doit donc être construite en forme de coffre, fermé de tous côtés, afin d'être propre à porter des objets d'espèces si différentes ; et les dimensions du coffre seront calculées pour y placer quatre caisses d'armes.

Notre chariot de parc se compose de *deux trains* à roues inégales ; rentrant par la nature de son service dans la catégorie des voitures assujetties à suivre les grandes routes, il est établi dans le système à contre-appui, afin de faciliter le travail de l'attelage. Les pièces de bois qui forment l'avant-train sont, en plus petites dimensions, analogues et disposées de la même manière que celles de l'avant-train du chariot à canon de l'équipage de siège. L'*essieu* de fer est réuni au corps d'*essieu* par une *double équerre* de tôle, assujettie par deux *boulons* ; quatre *étriers* réunissent la *sellette* au *corps d'essieu* de bois, et une *coiffe* de fer, assujettie par deux *chevilles*, consolide la sellette. Un *rond* de fer, maintenu par quatre *chevilles*, surmonte les *jantes de rond*.

La *volée* est réunie au corps d'*essieu* par deux *tirants* de fer, deux *chevilles* l'assujettissent sur les *armons*, et, comme à l'avant-train du chariot à canon, le *timon* est maintenu dans son logement entre les armons par une *frette* et deux *boulons* ; une *clavette* à *lanière* retient la *cheville ouvrière*, placée au-dessus de l'*essieu*. Le diamètre des roues de l'avant-train est plus petit que celui des parties analogues du chariot à canon ; quant au *timon* et aux *palonniers*, ils sont du même modèle qu'aux voitures de campagne.

L'arrière-train comprend un *corps d'essieu* de bois, avec *essieu* de fer encastré, maintenu par deux *bandes d'essieu* aux extrémités et une *cheville d'essieu* au milieu ; il est surmonté d'une *sellette* qui supporte deux *brancards* de bois terminés par des *viroles*. Ces brancards, exhaussés au moyen de

leur *échantignolle*, sont réunis par cinq *entretoises* et trois *boulons* d'assemblage : l'une des *entretoises* est placée à l'extrémité antérieure des brancards, l'autre vers l'extrémité postérieure et trois entre les essieux ; le boulon du milieu traverse la sellette d'arrière-train ; deux *équerrres* et deux *bandeaux* de fer relient intérieurement et extérieurement l'entretoise de devant aux brancards. Au-dessous de la partie antérieure du corps de voiture, deux *traverses* de bois, réunies aux brancards par quatre *chevilles*, comprennent entre elles un *lisoir* avec *coiffe* de fer maintenue à l'aide de deux *chevilles* ; deux autres *chevilles* lient le lisoir aux brancards. Des *jantes de rond* en bois, fixées sur les *échantignolles* des traverses, donnent appui à un *rond* de fer assujetti par quatre *chevilles*.

Le milieu du lisoir et les planches de fond sont percés d'un *trou* pour la cheville ouvrière, axe de rotation des deux trains qui s'appuient l'un sur l'autre par leur rond en fer : ceux-ci jouent donc le rôle de sassoire et maintiennent le timon dans une position horizontale, quelle que soit la position relative des essieux. La *tête* de la cheville ouvrière est encastrée dans les *planches de fond* du coffre, clouées dans le sens de la longueur de la voiture sur les *entretoises*, de manière à ne pas dépasser celles de devant et de derrière.

Sept *épars* montants en bois, fixés à l'aide de *chevilles* sur chaque brancard, supportent une *ridelle*, dont les bouts sont garnis de *viroles* de fer ; vingt-huit *boulons* assujettissent les *planches de côtés* sur les *épars*. Le coffre est fermé antérieurement par un *hayon* de bois, composé d'une *trésaille* et d'une *traverse*, réunies entre elles par trois *épars montants* ; six *boulons* fixent une *planche de hayon* sur les *épars* ; des *boulons* et des *rivets* consolident les assemblages et assujettissent les différentes parties du hayon, retenu à sa partie inférieure par deux *arrêteoirs* cloués sur les planches de fond. Un *hayon de derrière* à claire-voie ferme la partie postérieure du coffre ; sa *traverse* est terminée par des *tourillons*, reçus dans les deux *anneaux*

des *supports* dont les *tiges* filetées traversent les brancards : ces tourillons permettent le rabattement du hayon autour de sa partie inférieure, facilitant ainsi le chargement et le déchargement de la voiture. Un *rouleau de frottement*, *fretté* et garni de *plaques* carrées à ses extrémités, est placé entre l'entretoise postérieure et le hayon de derrière : le dernier boulon d'assemblage des brancards lui sert d'axe de rotation. Le rouleau aide au maniement des caisses d'armes, en permettant de les faire glisser sur le bord de la voiture, pour les charger ou les en descendre : son frottement est amoindri par les deux *boîtes* de cuivre du rouleau. Un *crochet porte-hayon* est appliqué contre la face externe du brancard de droite. Les tréssailles sont percées à leurs extrémités pour recevoir les bouts des ridelles ; on les maintient en place au moyen de quatre *chevilletes* de *tréssaille*, reliées aux hayons par quatre *chaînettes* à *crampon*.

Deux *plaques d'appui* des roues garantissent les brancards. Une *plaque à pignon*, fixée sur le brancard de gauche, à l'aide du premier boulon d'assemblage et par un *boulon* qui lui est propre, donne attache à l'extrémité de la *chaîne d'enrayage* ; quand la chaîne est pendante, l'*étrier d'enrayage* s'accroche au *crampon de support*. Deux *étriers porte-timon* sont assujettis à l'extérieur, entre le troisième et le cinquième épars du côté de la voiture, par quatre *boulons* à tête noyée sur la face interne des planches de côté.

Afin d'empêcher les menus objets de tomber par l'ouverture laissée libre entre la traverse du hayon de derrière, le rouleau et le fond, on introduit une *planche de fermeture* contre le hayon de derrière, dans deux coulisses formées par quatre *litesaux*.

Les roues de derrière ont un diamètre de 1^m,61 et celles de devant n'ont que 0^m,95 ; le tirage est donc peu favorisé. On devait jusqu'à un certain point sacrifier la facilité du tirage au tournant, attendu que la grande largeur obligée du corps

de voiture l'eût complètement privé de tournant, si l'on avait adopté pour les deux trains des roues d'égale grandeur; on ne pouvait d'ailleurs songer à procurer du tournant à la voiture en exhaussant davantage les brancards ou en réunissant les deux trains par une flèche: car dans le premier cas les chances de versement eussent été augmentées, et dans le second l'espace perdu pour le chargement eût obligé de donner une longueur démesurée à la voiture, rendant par là impossibles les changements de direction dans les rues d'une ville ou dans des chemins encaissés. Au reste, une flèche devrait être de très-forte dimension pour résister aux fardeaux considérables dont on charge la prolonge.

Les deux trains n'ont pas toute l'indépendance désirable; se maintenant par leur réaction réciproque, ils ne laissent pas au timon un jeu suffisant, et l'exposent à se rompre au-dessous du têtard, au passage de petits fossés ou de profondes ornières: le faible rayon des roues de devant détermine alors une forte tension des courroies de timon, tension qui n'est pas sans influence sur ce genre d'accident.

Le coffre a dans œuvre 3^m,98 de longueur sur 0^m,87 de largeur, on peut donc facilement disposer quatre caisses d'armes sur le fond.

Attelage. — Les parcs de réserve, chargés du transport des munitions et des rechanges, accompagnent l'armée à distance, et suivent ordinairement les routes à une allure ralentie. Par la nature de leur service, les attelages des parcs de campagne tiennent le milieu entre ceux des équipages de siège et ceux des batteries; partant on peut faire traîner à chaque cheval 390^k, de sorte que les voitures sont attelées de quatre chevaux.

Le système d'attelage est exactement celui des batteries, les mêmes voitures étant communes aux deux services: mais comme la prolonge est à contre-appui, son attelage n'emploie pas de support du timon.

Signalement et numérotage du matériel. — Comme les armes portatives, les bouches à feu, les voitures du matériel de l'artillerie et les harnais portent des inscriptions qui servent à les distinguer.

On grave sur la tranche du tourillon gauche, des canons et des obusiers de bronze, le numéro de la bouche à feu ; sur le tourillon de droite, son poids en kilogrammes ; le chiffre du roi est gravé sur le premier renfort ; le lieu de la fonte (Liège) et l'année de la coulée le sont sur la plate-bande de culasse.

Les mortiers portent sur la volée le chiffre du roi, et, autour du cul, du côté de la lumière, les indications tracées sur la plate-bande des canons.

Aux canons et obusiers de fonte, on trouve, sur la tranche, le siège de la fonderie, le calibre de la bouche à feu, l'année de la fonte, le numéro de la pièce et son poids.

Les mortiers à boulets et pierriers présentent, en relief sur la volée, les inscriptions gravées sur les canons, et, sur la tranche du tourillon gauche, leur poids.

Des lettres et des chiffres sont tracés en blanc¹, sur les affûts, les armements, les châssis et les voitures, pour indiquer leur destination et le calibre pour lequel on les a construit ; ces inscriptions ne forment qu'une seule ligne, et se composent de lettres ou de chiffres de 0^m,05 de hauteur ; les abréviations apposées sur les voitures et les inscriptions des armements se font en caractères de 0^m,02, et les abréviations de ces derniers ont 0^m,01 de hauteur.

Ces inscriptions sont peintes :

Aux affûts de mortiers, sur le milieu de la face supérieure de l'entretoise de derrière, et se composent de : M. 29°, M. 20°, M. 13°, P ou M à B.

Aux affûts de siège, les chiffres 24⁶, 18⁶, 12⁶ ou 6⁶ sont

¹ La couleur blanche est formée de céruse, d'huile de lin et d'un peu d'huile de térébenthine, pour la rendre plus siccativ.

placés sur le flasque gauche de l'affût, supposé en batterie; le boulon d'assemblage du milieu partage en deux parties cette inscription, qui doit être parallèle au-dessous du flasque et à 0^m,07 au-dessus du centre du boulon : aux affûts de 6, la lettre B ou F, placée à la suite de l'inscription, indique si l'affût est destiné à la pièce de bronze ou à celle de fonte. S'il s'agit d'un affût d'obusier, on inscrit OB. 20° au milieu de la distance entre l'entretoise de mire et le derrière de l'encastrement des tourillons; le dessus des lettres à 0^m,05 de la partie supérieure du flasque et parallèle à cette partie.

Aux affûts de place-côte, les chiffres ou les lettres 48^{cc}, 36^{cc}, 24^{cc}, 18^{cc}, 12^{cc}, C à B. 10° ou C à B. 8°, sont inscrits horizontalement sur l'arc-boutant de gauche, à égale distance de la plaque d'assemblage et du boulon de l'entretoise du milieu. Le châssis porte ces indications au milieu de la face antérieure du lisoir; quand il est commun à deux calibres, on les indique tous les deux.

Aux affûts de campagne on trace, sur le flasque de droite de l'affût supposé en bataille, 12^{cc}, 6^{cc}, OB. 15°. C ou L; le dessous des lettres correspondant au dessus du coffret d'essieu.

Sur tous les avant-trains et sur les arrière-trains des caissons, le calibre auquel on les destine, avec INF., CAV., FORGE ou C. DE B°, selon qu'il s'agit d'un avant-train pour bouche à feu, caisson d'infanterie ou de cavalerie, forge ou chariot de batterie, est indiqué sur la face antérieure du coffre, le dessus des lettres à 0^m,04 du bord supérieur, et l'équerre du milieu divise l'inscription en deux parties égales.

Les arrière-trains des chariots de batterie et des forges ne portent pas d'inscriptions.

Tous les attirails hampés ont leur inscription au milieu de la hampe; les *chapiteaux*, *couvre-écouvillons* et *couvre-lumières*, employés pour rejeter les eaux pluviales, sont marqués au milieu de l'un des côtés du toit; les *tampons*, au-dessus du

centre, et les *étuis* de toile peinte pour écouvillons ou les gargoussiérs, au milieu de l'une des faces.

Toutes les roues portent sur la face externe des jantes, aux extrémités de deux diamètres à angle droit, les numéros 1, 2, 3 et 4, : ces chiffres permettent de changer de temps en temps le point par lequel la roue supporte le fardeau.

On imprime, au moyen de poinçons, sur les diverses parties du harnachement, un numéro d'ordre et l'année de la mise en service : les caractères ont 0^m,01 de hauteur ; le premier chiffre est précédé de la lettre de batterie, le second de celle du régiment. Ces marques sont apposées dans le sens de la longueur de la pièce et sur sa face externe.

Les parties doubles d'une même pièce du harnachement, ou celles que l'on dispose symétriquement par rapport au cheval, se partagent les marques : l'année de la mise en service est toujours placée à droite, le numéro à gauche. Tels sont : les tétières de bride, de filet et de licou, marquées aux extrémités ; les rênes, près des chapes ; la selle et la sellette, au milieu des quartiers ; la croupière, sur la fourche inférieure ; la sangle, sur les chapes ; le collier, sur les pièces de frottement ; la platelinge, en avant, près des trous ; et l'avaloire, près des chapes des boucles, sur les courroies porte-bricole. D'autres pièces qui peuvent se détacher des parties principales du harnachement portent toutes les marques ; de ce nombre sont : les montants de la bride, la fausse-rêne du sous-verge, le chapelet de fonte et de sacoche, les fourreaux, le fouet, marqué de caractères brûlés sur le manche. Sur les autres pièces accessoires, on ne met que le numéro du harnais. Quand toutes les inscriptions sont réunies sur une grande pièce du harnachement, l'année est toujours placée au-dessus du numéro ; sur les parties à ganses ou à boucles, les numéros sont inscrits près des ganses ou des boucles.

Données relatives aux équipages de campagne.

L'ensemble des objets de toutes espèces transportés par l'artillerie pour suffire, pendant une campagne, à ses besoins et à l'approvisionnement en munitions des troupes qu'elle accompagne, constitue ce que l'on appelle l'*équipage de campagne*.

La force de l'équipage dépend du genre de guerre que l'on entreprend, du théâtre de la guerre, de l'espèce et de la qualité des troupes et de la composition de l'armée ennemie.

Le nombre des bouches à feu de l'équipage est ordinairement réglé sur trois bouches à feu par mille hommes.

L'artillerie d'un corps d'armée comprend des batteries attachées aux divisions d'infanterie et de cavalerie qui composent l'armée. et commandées par un officier supérieur d'artillerie, qui n'a d'ordre à recevoir des généraux d'infanterie ou de cavalerie qu'en ce qui concerne les marches ou les positions, et qui, pour le reste, prend les ordres du chef de l'artillerie; d'une *batterie d'avant* ou *d'arrière-garde*, et des *batteries de réserve* : celles-ci sont placées sous les ordres immédiats du général commandant de l'artillerie du corps d'armée.

A chaque corps d'armée est attaché un *parc de réserve*, placé sous le commandement d'un officier supérieur d'artillerie; ce parc comprend, outre les caissons d'artillerie et autres, pour le complément de l'approvisionnement en munitions, des affûts de réserve dont le nombre est fixé au dixième du nombre des bouches à feu du corps d'armée, des chariots de batterie, des forges et un *équipage de ponts*.

Quand plusieurs corps d'armée agissent ensemble, on les fait suivre d'un *grand parc général*, formé de la moitié de chacun des parcs de réserve, qui est destiné à les alimenter, et d'une *réserve centrale* de bouches à feu. Le grand parc général

s'approvisionne aux *dépôts*, dans lesquels les *arsenaux* et les *établissements militaires* déversent leurs produits.

Indépendamment du nombre d'affûts nécessaire aux bouches à feu et des caissons d'artillerie, on adjoint aux batteries : des affûts de réserve et des chariots de batterie en quantité égale au quart du nombre des bouches à feu de la batterie, une forge (supprimée provisoirement), et aux batteries de divisions, six caissons d'infanterie ou deux de cavalerie, selon qu'elles sont attachées à des divisions d'infanterie ou de cavalerie.

En sus du nombre de sept canonniers par pièce de 12 ou de 6 des batteries à cheval ¹, et de cinq par canon de 6 ou obusier des batteries montées, on donne aux batteries environ la moitié de l'effectif en canonniers de réserve pour remplacer ceux qui sont mis hors de combat et aller au fourrage sans priver la batterie de ses servants. Il y a un conducteur par couple de chevaux plus un cinquième en réserve.

On compte six chevaux de trait par bouche à feu, caisson, chariot de batterie ou forge; les affûts de réserve n'en ont que quatre. Dans l'artillerie à cheval, les cadres et tous les servants sont montés : onze canonniers de la réserve le sont aussi. Dans l'artillerie montée, les officiers, sous-officiers, deux brigadiers et les trompettes sont seuls montés. Les batteries ont, en chevaux, une réserve dont la force est estimée à huit ou neuf pour cent.

Chaque batterie est commandée par un capitaine de 1^{re} classe.

Un capitaine en second commande la seconde ligne, formée des caissons, des affûts de rechange, des chariots de batterie, de la forge, des hommes et des chevaux de réserve, de deux *sous-officiers*, de huit *artificiers* de réserve, et de six *ouvriers* tirés des compagnies d'artillerie.

¹ Deux sont gardes-chevaux.

Un lieutenant ou sous-lieutenant commande une section de deux pièces.

Chaque pièce est conduite par un sous-officier, *chef de pièce*; un brigadier, *pointeur*, est chargé du pointage. Un *maréchal des logis chef* et deux *fourriers* tiennent la comptabilité et font les distributions; un adjudant de batterie surveille le matériel et remplit les fonctions de garde d'artillerie; enfin, un médecin adjoint et un vétérinaire de 2^e classe complètent l'état-major de la batterie.

FIN DU PREMIER VOLUME.

TABLE DES MATIÈRES.

NOTA. Les élèves des sections d'infanterie et de cavalerie de l'école militaire étudieront particulièrement les articles marqués d'un astérisque (*).

	Pages.
PRÉFACE.	I
INTRODUCTION	V

LIVRE PREMIER. ARMES BLANCHES.

CHAPITRE I^{er}. ARMES BLANCHES OFFENSIVES.

*Définitions, distinctions, armes tranchantes, aiguës, d'estoc et de taille, d'hast, 1. — *Armes blanches offensives en usage dans l'armée belge, ib. — *Conditions générales à réunir dans les armes blanches offensives, 2.

**Sabre de cavalerie légère* et d'artillerie à cheval, description et nomenclature raisonnée, ib. — *Utilité de la cambrure, 3. — *Métal employé, 4. — *Coups de pointe, rigidité, ib. — *Métal de la soie, 5. — *Inconvénients du fligrane et des branches de la monture, 6. — *Centres de gravité et de percussion, ib. — *Conditions à remplir pour qu'un sabre soit en main, ib. — *Relation entre la position du centre de gravité et le poids de l'arme, 7. — *Poids du sabre, ib. — *Inconvénients du fût, ib. — *Position des bracelets, ib. — *Poids total du sabre avec fourreau, ib. — Sabre d'officiers, ib.

*Sabre de cavalerie légère ancien modèle, 8. — *Ses défauts, ib.

**Sabre des guides*, longueur, courbure, monture, ib. — *Appui du petit doigt, 9. — *Métal du fourreau, inconvénient de sa batte à ressort, ib. — Sabre d'officiers, ib.

**Sabre de grosse cavalerie*, 9. — *Longueur, tranchant, poids, rigidité, 10. — *Position de la pointe, ses inconvénients, ib. — *Monture, ib. — *Centre de gravité, 11.

**Briquet d'infanterie*, longueur, section de la lame, 11. — *Destination, ib. — *Monture, poids, fourreau, ib. — Sabre d'officiers du 1^{er} chasseurs, 12.

**Épée*, lame, fourreau, ib. — *Comparaison des différents modèles, 13.

**Lance*, date de son introduction dans les armées modernes, ses qualités, ib. — *Lame, forme de sa section et longueur, 14. — *Hampe, ib. — *Sabot, 15. — *Longueur de l'arme, position du centre de gravité et poids, ib. — *Étendard, ib.

**Baïonnette ordinaire*, date de son invention, ib. — *Lame, sa direction, douille, date de son invention, ib. — *Coude, 16. — *Longueur et poids, ib. — *Baïonnette du mousqueton de gendarmerie, ib. — *Fourreau, ib.

**Baïonnette-sabre*, double objet, ib. — *Longueur, poids, 17. — *Poignée mobile, ib.

*Numérotage des armes blanches, ib. — *Lettre affectée aux différents régiments de l'armée, ib.

CHAPITRE II.

ARMES BLANCHES DÉFENSIVES.

*Définitions, 19. — *Cuirasses, époque de leur réapparition dans les armées; casques; différents modèles en usage dans l'armée, ib.

**Cuirasse de cavalerie*, métal, plastron, dos, mode d'assemblage, description et nomenclature raisonnée, ib. — *Utilité du busc, 20. — *Épaisseur du plastron et du dos, ib. — *Dimensions et poids, 21.

**Cuirasse pour sapeurs du génie*, métal, épaisseur et poids, ib.

**Casque de cavalerie*, métal, poids, ib.

**Pot à tête* du sapeur, 22.

*Numérotage des armes défensives, ib.

LIVRE II.

ARMES DE JET.

*Définitions, force motrice des anciennes armes de jet, 23. — *Armes à feu, définitions, ib.

*Projectiles, forme et matière, ib. — *Avantages et inconvénients attachés à la forme sphérique, 24. — *Diamètre, 25. — Densité, dureté, et prix de revient, 26.

CHAPITRE I^{er}.

ARMES À FEU PORTATIVES.

*Conditions à remplir par les armes à feu portatives, 27. — *Armes à feu portatives en usage dans l'armée, ib.

**Fusil d'infanterie*, son origine, date de son invention, 28. — *Définitions, double objet, ib. — *Importance de la baïonnette, ib. — *Nécessité d'étudier les armes à pierres, malgré leur suppression, ib. — *Description et nomenclature raisonnée de l'ancien fusil d'infanterie, 29. — *Longueur du canon, 30. — *Détermination du diamètre de l'âme, ib. — *Calibre, munitions étrangères que nous pouvons employer avec nos fusils, 30. — *Épaisseur des

parois, 31. — *Influence du poids de l'arme sur la vitesse du projectile, ib. — *Poids du canon, centre de gravité, 32. — *Poids total de l'arme avec ou sans baïonnette, ib. — *Position de la lumière, ib. — *Conditions à remplir par la platine, 33. — *Origine de la platine à silex, ib. — *Nombre et nature des parties dont elle se compose, ib. — *Destination, principes de fabrication et dispositions relatives des différentes pièces, 34. — *Production du feu par la pierre, 36. — *Théorie de la noix, 37. — *Pente de la crosse, 39. — *Longueur de la crosse et de la poignée, 40. — *Mode de chargement, cartouche et projectile, 42. — *Calibre et poids de la balle, 44. — *Utilité et grandeur du vent, ib.

**Tiro-balle*, 45. — **Nécessaire d'armes*, ib. — **Monte-ressort*, 46

**Fusil des troupes du génie*, ib.

**Fusil de rempart* modèle hollandais, poids de sa balle, 47.

**Mousqueton de gendarmerie*, longueur, poids, ib. — *Réduction du vent, calibre, ib. — *Tringle, centre de gravité, 48. — *Platine, ib. — *Baguette, 49.

**Mousqueton de cavalerie*, longueur du canon, ib. — *Bassinnet, ib. — *Tringle, centre de gravité, 50. — *Baguette, ib.

**Pistolet de gendarmerie*, destination, longueur du canon, poids, ib. — *Platine, 51. — *Baguette, ib. — *Pistolet de grosse cavalerie et d'artillerie à cheval, 52. — *Pistolet de cavalerie légère, ib.

*Numérotage des armes à feu portatives, ib.

CHAPITRE II.

BOUCHES À FEU.

*Définitions, 53. — Conditions générales des bouches à feu, ib. — *Composition générale des bouches à feu et des affûts, 54. — *Matières employées à la fabrication des projectiles de l'artillerie, limite inférieure de leur poids, 55. — *Métal des bouches à feu, 56. — *Inconvénient grave de la fonte de fer, 57.

Principes de construction des bouches à feu, 58. — Calibre et charge des bouches à feu, ib. — *Unité adoptée pour exprimer le poids de la charge, 59. — *Unité de longueur, ib. — Longueur d'âme des bouches à feu, ib. — Poids des bouches à feu, 61. — *Unité de poids des bouches à feu, 62. — Épaisseur des parois de l'âme, ib. — Répartition du métal, 65. — Prépondérance, son utilité et sa limite, 66. — Force des tourillons, leur élévation et leur emplacement, 67. — Quantité de mouvement imprimée par le tir à la bouche à feu, 69. — *Fonctions des embases, 70. — *Ce que l'on entend par saigner du nez, 71. — *Forme du vide intérieur des bouches à feu, chambre, ib. — Lumière, 72.

Principes de construction des affûts, 74. — Longueur et largeur de l'affût, ib. — Résistance et solidité des affûts, 75. — Angles de soulèvement et de recul, 80. — Résumé de quelques principes de construction des bouches à feu et des affûts, 81.

Matériaux employés à la construction des affûts, 83. — Bois, fer, 84. — Affûts de fer, ib. — Ferrures, 85. — Assemblages, 87. — Force des pièces de bois, 88.

**Classification des bouches à feu et des projectiles de l'artillerie*, 89. — **Calibre des bouches à feu en usage en Belgique*, 91. — **Boulets*, calibre, poids et tolérance, ib. — *Boulets rouges*, procédés employés pour les chauffer, 92. — **Boîtes à balles*, poids maximum, ib. — *Dimensions et poids des balles des différents calibres*, tolérances, 93. — *Inconvénients de la fonte pour la fabrication des balles*, 94. — *Nombre des balles contenues dans chaque espèce de boîte à mitraille*, ib. — *Composition de la boîte*, sabot, culot, couvercle, enveloppe, ib. — *Disposition des balles dans la boîte*, 96. — **Bombe, obus et grenade*, 97. — *Culot, œil, leur influence*, 98. — *Calibre et poids des projectiles creux*, 99. — *Forme du vide*, ib. — *Épaisseur des parois*, volume du vide, 100. — *Nombre des éclats*, 101. — *Charge des projectiles creux*, ib. — *Fusées de bois*, 102. — *Détermination de la longueur des fusées*, 103. — **Shrapnels ou obus à balles*, conditions à remplir, calibres, 106. — *Fusées métalliques*, chargement, 107. — *Divisions de l'échelle correspondantes aux différentes distances de tir*, 108. — **Projectiles incendiaires, balles à feu et boulets ou obus incendiaires*, 109. — *Calibre, poids et durée de la combustion*, ib. — **Balles à éclairer*, calibre, poids, 110.

ARTILLERIE.

**Définition du mot artillerie*, 111. — **Objet des trois chapitres suivants*, 112.

CHAPITRE III.

ARTILLERIE DE SIÈGE.

**Époque de l'introduction de l'artillerie dans les armées*, 113. — **Emploi de l'artillerie dans les sièges*, ib. — **Conditions particulières et métal des bouches à feu de siège*, 114.

**Mortiers*, destination, conditions nécessaires, ib. — **Calibres employés dans les sièges*, 115. — *Vent des bombes*, ib. — *Mortier de 29*, dimensions de sa chambre, 116. — *Avantages et inconvénients des chambres à la Gomer*, ib. — *Longueur d'âme*, ib. — **Description et nomenclature raisonnée*, 117. — *Épaisseur des parois*, ib. — *Prépondérance, son évaluation*, 118. — *Emplacement des tourillons, ses conséquences*, ib. — *Poids de la bouche à feu*, 119. — **Mortier de 30*, forme et dimension de la chambre, ib. — *Avantages et inconvénients des chambres cylindriques*, 120. — *Dimension de la chambre correspondante au recul le plus faible*, ib. — *Longueur d'âme*, ib. — *Épaisseur des parois*, ib. — *Emplacement des tourillons, prépondérance*, ib. — *Poids de la bouche à feu*, 121. — **Pierrier*, destination, métal, ib. — *Chambre, sa capacité*, ib. — *Longueur d'âme*, ib. — *Emplacement des tourillons*, 122. — *Épaisseur des parois et poids du pierrier*, ib. — **Mortier à boulets*, métal, ib. — *Chambre, sa capacité*, ib. — *Longueur d'âme*, ib. — *Épaisseur des parois et poids du mortier*, 123. — **Mortier de 13*, longueur d'âme, ib. — **Affût semelle*, ib. — **Poids*, 124. — **Premiers affûts de mortiers*, ib. — *Con-*

¹ Les élèves des sections d'infanterie et de cavalerie se contenteront d'une description générale des bouches à feu, des affûts et des voitures.

ditions des affûts de mortiers, 124. — *Description et nomenclature des affûts, métal, ib. — Inutilité des sus-bandes à certains affûts, 125. — Nécessité de mettre des sus-bandes à l'affût du pierrier, 126. — Angle de tir sous lequel l'affût ne recule pas, 127. — Poids des affûts de mortiers, 128. — Peinturage, ib. — Nombre de servants nécessaires au service des mortiers, ib. — Armements et assortiments, 129. — Dépôt des projectiles, ib. — Sac à étoupilles, jeu de dégorgeoir, ib. — Manchettes, 130. — Étuis à lances, ib. — Écouvillons, ib. — Refouloir à spatules, ib. — Leviers ferrés, ib. — Boute-feu, couvre-mèche, ib. — Porte-lance, 131. — Baril à bourse, ib. — Boîte à pulvérin, ib. — Crochets à main pour bombes de 29, ib. — *Opérations préliminaires au chargement des mortiers, exécution du chargement, précautions, ib. — Plateaux pour mortier à boulets et pierrier, leur utilité, 132. — *Placement des projectiles, ib. — Projectiles employés anciennement avec les mortiers, ib. — Poids et disposition des projectiles du mortier à boulets et du pierrier, 133. — Inconvénient du panier employé anciennement, ib. — *Système d'amorces, étoupilles, date de leur invention, ib. — Communication du feu à la charge du mortier à boulets, du pierrier et du mortier de 13c, 134. — *Lance à feu, ib. — *Mèche, ib.

**Canons*, destination, conditions à remplir, 135. — *Calibres en usage, 136. — Vent des boulets, 137. — Longueur d'âme, ib. — *Description et nomenclature raisonnée des canons de siège, ib. — Longueurs relatives des différentes parties, 138. — Épaisseur des parois, ib. — La génératrice supérieure du métal est inclinée à l'axe de l'âme, ib. — Prépondérance, abaissement des tourillons, 139. — Poids des canons de siège, 140. — **Affûts de siège*, pour canons de 24, de 18 et de 12, ib. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Utilité de la flèche, 141. — Rondelles d'assemblage, ib. — Entailles des flasques, 142. — *Vis de pointage, date de son invention, 143. — Roues, essieux et fusées, 144. — Champ de tir des canons de siège avec ou sans vis de pointage, 146. — Objet de la plate-forme, ib. — Hauteur de genouillère, 147. — Obliquité du système, ib. — Poids des affûts, ib. — Fatigues de l'affût, ib. — Poids des roues, 148. — Parties communes aux différents numéros d'affût, ib. — Nombre d'hommes employés au service des bouches à feu, ib. — Dépôt des projectiles, ib. — Armements et assortiments, ib. — Écouvillon, refouloir, lanterne et tire-bourre, 149. — Gargoussier, 150. — Dégorgeoir, ib. — *Mode de chargement des canons, ib. — *Mesures de précaution, 151. — Sachets et gargousses, ib.

**Obusiers* de siège, époque de leur introduction dans les armées, destination, qualités requises, 152. — *Calibre des obusiers de siège, 153. — Vent de l'obus, ib. — *Description et nomenclature raisonnée de l'obusier de siège, ib. — Nécessité de la chambre, sa forme, ib. — La génératrice supérieure du métal est parallèle à l'axe de l'âme, ib. — Épaisseur des parois, 154. — Prépondérance, force des tourillons, leur exhaussement, ib. — Poids de l'obusier de siège, 155. — **Affût d'obusier de siège*, système Gribauval, ib. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Essieu de bois, fusées horizontales, 157. — Roues, rais courbes, bandes de roue, ib. — Recul trop borné, 158. — Nombre des servants employés au service de l'obusier, ib. — Écouvillon, lanterne, ib. — *Mode de chargement, 159.

CHAPITRE IV.

ARTILLERIE DE PLACE ET DE CÔTE.

*Emploi de l'artillerie dans les places, 160. — *Conditions particulières des bouches à feu de places, espèces, ib. — Choix des calibres, métal, ib. — *Emploi de l'artillerie sur les côtes, 162. — Armement des côtes, ib. — *Métal des bouches à feu, espèces et calibres, ib.

**Mortiers de places et de côtes*, ib.

**Canons de places*, conditions, 163. — **Canons de côtes*, conditions, 164. — Le même affût peut être employé dans les places et sur les côtes, solidité, 165. — *Canons de faible calibre employés dans les places, 166. — *Calibres en usage dans les places et sur les côtes, ib. — Grandeur du vent, 167. — *Les mêmes canons servent dans les places et sur les côtes, ib. — *Description et nomenclature raisonnée des canons de fonte, ib. — Longueur d'âme, ib. — Abaissement des tourillons, prépondérance, 168. — Poids des bouches à feu, 169. — Épaisseur des parois, ib. — Vritable calibre de place, ib. — **Affût de place-côte*, différents numéros employés, 170. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Flasques évidés, ib. — Roues, 171. — Châssis, ib. — Un seul modèle pour les affûts de canon, 172. — Angle initial de soulèvement, 174. — Hauteur de l'axe de la bouche à feu, ib. — Poids de l'affût, 175. — Assemblages, ib.

**Canon de 24 court*, utilité, conditions à remplir, poids, 176. — Longueur d'âme, ib. — Hauteur des tourillons, 177. — Prépondérance, ib. — Lumière, ib. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Cette bouche à feu pourrait être employée dans l'attaque des places, 178.

**Obusiers de places*, ib. — **Obusiers de côtes*, conditions, ib. — **Canons à bombes*, calibres, ib. — Vent des bombes, ib. — Nécessité de la chambre, ib. — Évasement de la bouche, 179. — Longueur d'âme, ib. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Hauteur des tourillons, prépondérance, ib. — Masse de mire, son usage, 180. — Épaisseur des parois, ib. — Poids de la bouche à feu, ib. — *Affût, longueur de l'essieu, ib. — Nombre de servants pour le chargement des bouches à feu de places et de côtes, 181. — *Précautions à prendre quand on tire à boulets rouges, ib. — Demi-cylindre hampé, 182. — Grand et petit refouloir, ib. — *Sur les côtes, on amorce avant de pointer, ib. — *Étoupilles destinées au service de place et de côte, ib.

CHAPITRE V.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE.

*Conditions des bouches à feu de campagne, leur mission, 183. — *L'artillerie est indispensable dans les batailles, calibres, éviter leur multiplicité, 184. — *Espèces de bouches à feu nécessaires, 185.

**Canons de campagne*, 187. — *Calibres différents, 188. — Grandeur du vent, ib. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Longueur d'âme, ib. — Épaisseur des parois, ib. — Prépondérance, hauteur des tourillons, ib. — Poids des bouches à feu, 189. — **Affût de campagne*, différents numéros, ib. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Fourche

porte-levier et porte-écouvillons, 189. — Double douille porte-lance, 190. — Lunette et plaque de crosse, ib. — Cisaille, 191. — Coussinet de vis de pointage, ib. — Étui de hausse, ib. — Seau d'affût, ib. — Tire-bourre et levier de réserve, ib. — *Coffret à mèche, chargement, 192. — *Coffret à étoupilles, chargement, ib. — *Double usage des coffrets, marchepieds, 193. — Hauteur des roues, différente aux deux affûts, ib. — Armements et assortiments, ib. — Giberne à étoupilles, étui à lances, 194. — Champ de tir des canons de campagne, 195. — Poids du système, ib. — Élévation de l'axe de la bouche à feu, 196. — Angle initial de soulèvement, ib. — Essieux, ib. — Vis de pointage, 197.

**Obusier court*, conditions des obusiers de campagne, ib. — *Calibre, vent de l'obus, ib. — *Description et nomenclature raisonnée, 198. — Dimensions de la chambre, ib. — Longueur d'âme, ib. — Lumière, ib. — Poids de la bouche à feu, ib. — **Affût d'obusier court*, ib. — Champ de tir, ib. — Poids du système, ib. — Chargement du coffret à étoupilles, ib.

**Obusier long*, conditions, calibre, ib. — Suppression de la chambre, ses conséquences, 199. — *Description et nomenclature raisonnée, ib. — Prépondérance, exhaussement des tourillons, ib. — Lumière, 200. — Épaisseur des parois, ib. — Poids de la bouche à feu, ib. — **Affût d'obusier long*, ib. — Chargement du coffret à étoupilles, ib. — Champ de tir, ib. — Poids du système, ib. — Fatigues de l'essieu, ib. — **Affût bifurqué*, objet, résistance, 201. — Mode d'assemblage de la flèche et des flasques, 202. — Inclinaison de la flèche, 203. — Essieu renforcé, ib. — Écrou de la vis de pointage, ib. — Poids du système, 204. — Affût bifurqué pour canon de 12, ib.

*Mode de chargement des bouches à feu de campagne, nombre de servants, ib. — Assortiments, ib. — Sac à charges, banderole porte-obus, 205. — Boutoir, ib. — *Ensabotage, ib. — *Cartouches, 206. — *Étoupilles à percussion, 206. — *Appareils percuteurs, ib. — Avantages et inconvénients de l'appareil, 210.

LIVRE III.

POINTAGE ET TIR.

CHAPITRE I.

THÉORIE DU TIR DES ARMES À FEU.

*Forces en présence quand un projectile se meut dans l'espace, 213. — *Ligne de tir, ib. — *La portée du projectile croît entre certaines limites avec l'ouverture de l'angle de projection, 214. — *Espace dangereux, ib. — *Influence de la résistance de l'air, ib. — *Pointage, sa définition, 215. — *But en blanc naturel, ib. — *Ligne de mire, ib. — *Observations servant de point de départ pour la détermination des moyens de pointage, 216. — *Tir de bas en haut et de haut en bas, ib. — *But en blanc artificiel, ib. — *Le fusil armé de sa baïonnette et certains obusiers n'ont pas de but en blanc naturel, ib. — *Relation entre l'angle de mire et la distance du but en blanc, 217. — *Angle de mire naturel, ib. — *Plan de tir, ib. — *Problème du pointage, deux opérations, ib. — Tangente de l'angle de mire naturel, ib. — *La ligne de mire doit être aussi longue que possible, ib. — *Ouverture de l'angle de mire du fusil, ib. — Angle de mire naturel des bouches à

feu, 217.—*Détermination de l'angle de mire, 218.—*La portée du but en blanc est généralement variable, ib.—*La portée du but en blanc est à peu près constante aux armes portatives et aux bouches à feu de campagne, leur étendue, ib.—Portée de but en blanc des canons longs avec la charge du tiers, ib.—*Grandeur du pas employé à l'estimation des distances, ib.—*Transformation de la question du pointage, 219.—*Utilité de la hausse et du contrôleur, ib.—*Emploi des instruments de pointage, ib.—Calcul de la hausse, ib.—*Comment on se procure un but en blanc artificiel, situé en deçà du but en blanc naturel, 220.—*Substitution d'une hausse positive à la hausse négative, ib.—*Portée de but en blanc minimum, ib.—Inconvénients d'employer deux instruments de pointage, ib.—Conditions d'une bonne hausse, ib.—Relation entre la hauteur de hausse et le relèvement ou l'abaissement de la ligne de mire, au-dessus ou au-dessous du but, ib.—Rapport entre la hauteur de hausse et celle du bouton de culasse à partir de sa hauteur correspondante à la visée de but en blanc, 221.—Circonstances de l'emploi du quart de cercle, utilité, 222.—*Pourquoi l'on n'emploie pas des charges constantes dans les sièges et dans les places, ib.—Tables de tir, leur usage, ib.—La hausse procure un pointage plus rapide et plus exact que le quart de cercle, ses inconvénients, ib.—Une grande exactitude des moyens de pointage n'est pas indispensable, 223.

CHAPITRE II.

POINTAGE ET TIR DES ARMES PORTATIVES.

*Visée, 224.—*Conditions à remplir par la charge, ib.—*Détermination de la charge du fusil d'infanterie, ib.—*Le fusil n'emploie pas de hausse, ib.—*Règle de tir du fusil avec la baïonnette, 225.—*Direction du rayon visuel, ib.—*Distance limite à laquelle les feux d'infanterie sont réellement meurtriers, ib.—*Portée du fusil sous 4° à 5°, ib.—*Vitesse initiale de la balle, ib.

*Charges des mousquetons et pistolets, 226.—*Il est avantageux de n'employer qu'une seule espèce de cartouches pour armes portatives, ib.—*Règle de tir du mousqueton sans baïonnette, ib.—*Principe du tir avec baïonnette, ib.—*Ligne de mire artificielle du mousqueton de cavalerie, distance du but en blanc correspondant, 227.—*Règle de tir du mousqueton de cavalerie, ib.—*Distance maximum du tir du pistolet, ib.—*Règles de tir, ib.

CHAPITRE III.

POINTAGE ET TIR DES MORTIERS.

*Différentes espèces de tir des mortiers, 228.—*Jet élevé, circonstances de son emploi, 229.—*Jet rasant, utilité, ib.—Portée sous 30° et 60°, ib.—Angle de plus grande portée, ib.—Relation entre la portée sous 45° et 30° ou 60°, ib.—Tir du mortier de 29 sous 45°, ib.—Relation entre les charges et les portées, ib.—Tir sous 60° et 30°, 230.—Relation entre les charges et les portées du mortier de 20, ib.—Tir aux différentes distances, ib.—Tir du mortier de 13, ib.—Relation entre les charges et les portées du mortier de 13, ib.—Jet des balles à feu et à éclairer, élévations, charges, ib.—Tir à

ricochet, 231.—Limites de l'angle de projection, ib.—Observations relatives à la hauteur du but, ib.—Inconvénients de ce tir, le mortier de 20 ne convient pas, ib.—Ancien système de pointage, ses défauts, ib.—Pointage à point de repère et à charges constantes, 232.—Description du nouveau système de pointage, ib.—Inconvénients d'appliquer les points de repère à l'affût, 233.—Circonstances de l'emploi du mortier à boulets et du pierrier, ib.—Forme de la gerbe, dispersion des projectiles, 234.—Bombes à balles, ib.

CHAPITRE IV.

POINTAGE ET TIR DES CANONS DE SIÈGE, DE PLACE ET DE CÔTE.

*Différentes espèces de tir des canons longs, 235.—*Tir à ricochet, sa définition, 236.—Relèvement du boulet, ib.—Relation entre l'angle de chute et l'angle de relèvement, influence du terrain, ib.—Le tir à ricochet est un tir plongeant, ib.—*Dans quelles circonstances il convient de l'employer, 237.—Tir de nuit, ib.—Différentes sortes de ricochet, ib.—*Espace dangereux et angle mort, ib.—Angle de projection et vitesse du projectile, 238.—Choix de l'espèce de ricochet, ib.—Influence de la distance du but sur l'effet du tir à ricochet, ib.—Éloignement minimum des batteries à ricochet, ib.—*Point de mire dans le tir à ricochet, ib.—Problème à résoudre pour le pointage, 239.—Calcul de l'angle de tir, ib.—Le tir à ricochet est quelquefois impossible, ib.—Tables de tir, charges, ib.—*Angle habituel de projection, ib.—*Charges pour le tir aux différentes distances, ib.—Exécution du pointage, ib.—Quart de cercle, 240.

*Tir de plein fouet, définition, ib.—*Circonstances dans lesquelles il faut l'employer, ib.—Tactique du tir à démonter, ib.—Charges pour le tir de plein fouet, 241.—*Tir en brèche, charge employée, ib.—Conduite du feu, ib.—Comparaison des tirs de plein fouet et à ricochet, 242.—Inconvénients du tir de plein fouet, ib.—Différentes sortes de plein fouet, 243.

*Tir parallèle, pointage, ib.—*Description du contrôleur, ib.

*Tir de but en blanc, pointage, ib.—Tir en deçà et au delà du but en blanc, nécessité de l'emploi d'une hausse, ib.—*Hausse de siège et de place, 244.—Inconvénients de cet instrument, manière de s'en servir, 245.—Rectification du pointage, ib.—Avantages et inconvénients des hausses fixes, ib.—L'angle de mire naturel de nos canons longs est nuisible, ib.—Abaissement de la ligne de mire au-dessous du but à la distance des batteries de brèche, 246.—Exhaussement du bouton de culasse aux mêmes distances, 247.—Avantages qui résulteraient de la suppression de l'angle de mire des canons longs, ib.

*Tir roulant, définition, quand il faut l'employer, 248.—Pointage, portée, charge, ib.—Amplitudes relatives des bonds successifs, ib.—Angle maximum de chute, ib.—Angle le plus favorable aux ricochets sur la surface de l'eau, ib.—Pointage contre les vaisseaux, ib.—Charges pour le tir à boulets rouges, ib.

*Tir à toute volée, définition, circonstances de l'emploi de ce tir, ib.—Angle de projection, portée, ib.

*Tir à mitraille, quand il faut l'employer, 249.—Gerbe de dispersion des

balles, 249.—Distance passé laquelle la dispersion croît plus rapidement que l'éloignement du but, ib.—Charge et élévation pour le tir à balles, ib.—Portée des boîtes à balles sous différents angles, 250.—Tir sur un terrain en pente, ib.

CHAPITRE V.

POINTAGE ET TIR DES OBUSIERS DE SIÈGE, DE PLACE ET DE CÔTE.

*Différentes espèces de tir des obusiers de siège et de place, 251.—*Tir à ricochet, sa distance, circonstances de son emploi, ib.—Pointage, charge, élévation ordinaire, 252.—Pourquoi l'on n'a pas donné d'angle de mire aux obusiers de siège et de campagne, ib.

*Tir des obus, son objet, ib.—Charges, pointage, ib.

*Tir des canons à bombes, destination, ib.—Portée, charges, 253.—Utilité de l'angle de mire des obusiers de côte, conséquences, ib.—Pointage par abaissement de la volée, ib.—Durée du trajet, ib.

*Jet des obus, ib.—Circonstances dans lesquelles il faut jeter des obus, ib.—Charges, pointage, portées, ib.

*Tir à mitraille, quand il faut faire usage de ce tir, sa distance maximum, 254.—Pointage, portées, charges, ib.

Canon-obusier de 29, ib.

CHAPITRE VI.

POINTAGE ET TIR DES CANONS DE CAMPAGNE.

*Différentes espèces de tir des canons courts, 256.—Tir à ricochet, son utilité en campagne, ib.—Calibre employé et distance du tir, ib.

*Tir de plein fouet, 257.—Circonstances dans lesquelles il faut nécessairement faire usage de ce genre de tir, ib.

*Tir parallèle, quand il faut l'exécuter, ib.—Dispositions à adopter, pointage, ib.—*Contrôleur et hausse de campagne, description, ib.—Hauteur des crans, 258.—*Tir à 600 pas, utilité, pointage, id.—*Tir de but en blanc, quand il faut s'en servir, pointage, ib.—Utilité de l'angle de mire des canons de campagne, ib.—Inconvénients des grands angles de mire, 259.—*Tir à 1000 pas, circonstances de son emploi, pointage, ib.—*Tir à 1200 pas, circonstances de son emploi, pointage, ib.—*Tir à 1500 pas, circonstances de son emploi, pointage, ib.—*Tir à 1800 ou 2000 pas, quand on peut l'employer, pointage, ib.—Utilité de la hausse pour le tir aux distances intermédiaires, qui ne sont pas indiquées sur l'instrument, 260.—Espace dangereux, ib.—Observations relatives au pointage en campagne, ib.

*Tir roulant, horizontal, ib.—*Avantages qu'il présente sur le tir de plein fouet, ib.—*Distance à laquelle il commence, quand il faut l'employer, ib.—Différentes distances du tir roulant, pointage, 261.—Pointage sur un sol en pente, ib.

*Tir à mitraille, utilité, ib.—*Différentes espèces de tir à mitraille, ib.—*Pointage aux différentes distances, ib.—Point d'éclatement du shrapnel, 262.

CHAPITRE VII.

POINTAGE ET TIR DES OBUSIERS DE CAMPAGNE.

*Différentes espèces de tir de l'obusier court, 263.—*Tir plongeant, circonstances dans lesquelles il est utile de jeter des obus, ib.—Pointage, portée, ib.—*Jet des balles à feu, 264.

*Tir roulant, terrains favorables, ib.—Pointage, hausse, charges, ib.—Portées, vitesse initiale, ib.

*Tir à mitraille, utilité, ib.—Charges, pointage, portées, ib.

*Différentes espèces de tir de l'obusier long, ib.—*Tir rasant et à mitraille, circonstances dans lesquelles ce tir est d'un bon emploi, 265.—Tir à fortes charges, élévation, hausse, portées, ib.—Distance à laquelle commence l'emploi du quart de cercle, portées, ib.—Élévations pour le tir des boîtes à balles, charges, ib.—Élévations pour le tir des shrapnels, charges, ib.—Point d'éclatement de l'obus, ib.—Inconvénients des shrapnels de 15, ib.

*Tir plongeant, charges fortes, élévations, 266.—Portées, vitesse initiale, ib.—Élévations correspondant au tir à faibles charges, portées, ib.—L'obusier long remplit imparfaitement les conditions d'une arme de jet, 267.—*Description de la hausse d'obusier long, ib.—Son emploi comme quart de cercle, 268.—Emploi de la hausse pour l'évaluation des distances, 269.—*Utilité de la connaissance de l'efficacité du tir des armes à feu, ib.

LIVRE IV.

EFFICACITÉ DU TIR DES ARMES A FEU.

*Définition de l'efficacité du tir, ses éléments, 271.

*Justesse du tir, ib.

*Causes de déviation qui agissent sur le projectile avant l'inflammation de la charge, 272.

*Pointage fautif, ib.—*Inclinaison de l'arme, son influence est faible dans les armes portatives, ib.—Observations relatives au pointage des mortiers quand un flasque est abaissé, ib.—Écart maximum des bombes et des obus, 273.—Influence de l'inégalité de hauteur des roues d'affût de canon, ib.—Relation entre l'angle de mire, la distance et les déviations, ib.—Observations relatives au pointage des canons quand l'une des roues de l'affût est plus basse que l'autre, ib.—*Influence de l'instabilité des armes portatives pendant la visée, ib.—*Appui du doigt sur la détente, ib.—*Prescriptions relatives au tir des armes portatives, 274.—Influence du peu de longueur des mortiers et des obusiers, ib.

*Causes de déviation qui agissent pendant le parcours du projectile dans l'âme, ib.

a. *Recul, ib.—*Preuves expérimentales de l'influence du recul sur la direction des projectiles, ib.—*Nouvelles preuves déduites du résultat du tir à la cible, ib.—*Le recul est sans effet sur la direction du projectile quand l'arme est librement suspendue, ib.—*Le tir à l'épaule peut être plus exact que le tir au chevalet, ib.—*Influence du mode de support de

l'arme, 275. — *Influence de l'emplacement de la lumière, ib. — Influence d'un terrain d'inégale résistance, ib. — *Circonstances qui modifient l'intensité du recul, ib. — *La charge agit avec plus d'énergie sur l'arme que sur le projectile, ib. — Le recul est sans influence sur la dégradation des bouches à feu, 276. — *Nécessité d'avoir égard à l'intensité du recul, ib. — Circonstances qui diminuent l'étendue du recul des bouches à feu, ib. — Amplitude du recul des pièces de campagne, ib.

b. *Dégradation de l'âme, ib. — Sources des dégradations, ib. — Emplacement des dégradations produites par les gaz, 277. — Dégradations de la lumière, plus rapides aux bouches à feu de fonte, ib. — Influence de l'évasement de la lumière, de l'égrènement des arêtes vives, ib. — Emplacement des dégradations produites par le projectile, ib. — Logement, bourrelet, battements, leur formation, ib. — Nombre de battements dans nos bouches à feu, 278. — Érafflement, évasement, égueulement, comment ils se produisent, ib. — Approfondissement successif des battements, ib. — Les bouches à feu de fonte tirent plus juste, ib. — Flexion des tourillons aux mortiers, ib. — Causes de la mise hors de service des bouches à feu, ib. — Circonstances qui précipitent leurs dégradations, 279. — Influence des battements sur la justesse du tir, ib. — Influence de la position de la lumière sur la conservation des bouches à feu, les grains de lumière prolongent leur durée, ib. — Pourquoi l'on n'a pas mis de grains de lumière aux bouches à feu de fonte, 280. — Influence de la forme de la chambre sur les dégradations, ib. — Influence du vent, ib. — *Influence de la rapidité du tir, de la grandeur de la charge et de la nature de la poudre, ib. — Poudres les plus convenables pour les bouches à feu, ib. — *Causes de la mise hors de service des armes à feu, ib. — *Nombre de coups que peuvent tirer les armes à feu avant d'être rebutées, 281. — Recherches sur les moyens de prolonger la durée des bouches à feu de bronze, ib. — Chargement à gargousses allongées, 282. — Diamètre des charges en Belgique, ib. — Utilité des sabots, ib. — Emploi des bouchons de foin pour le service des pièces avariées, 283.

c. *Vitesse initiale, son influence sur la justesse, ib. — *Avantages des fortes charges, ib. — Avantages des faibles charges, ib. — Charges du maximum, ib. — *Influence de la longueur de l'âme sur les portées, 284. — *Une trop grande vitesse initiale peut nuire à l'effet des projectiles des armes portatives, ib. — *La charge des armes portatives ne peut dépasser certaines limites, ib. — *Inconvénients des faibles charges, ib. — Une faible charge peut annuler l'effet de certains projectiles et quelquefois une forte charge les neutralise complètement, ib. — Avantages des faibles charges pour le mortier à boulets, 285. — *Circonstances qui modifient la portée correspondante à une charge constante, ib. — *Meilleures poudres pour armes portatives, ib. — Poudres préférables pour les canons, ib. — *Influence du temps de la trituration, du mode de séchage, de la qualité du charbon et de l'humidité sur la force de la poudre, ib. — *Quantités d'eau que peut absorber la poudre, 286. — *Influence de l'humidité sur les fusées des projectiles creux, ib. — Influence des bouchons de foin et de la variation du diamètre des projectiles sur la portée, ib. — *Influence de la variation de résistance du projectile sur la portée, 287. — *Balles par compression, ib. — Mise au

poids des projectiles creux. avantages obtenus, 287.—Il n'est pas toujours possible de régulariser le poids des projectiles, ib.—Influence des valets de cordage ou de papier enroulé, ib.—*Influence des dégradations de l'âme. des variations de grandeur du vent, de l'emplacement de la lumière, du tassement de la charge, de l'angle de tir, de la forme de la chambre et d'un vide en arrière du projectile, sur la vitesse, 288.—*Si le vide est considérable, il peut faire éclater le canon, 289.—*Influence de la régularité des charges, ib.—*La charge des armes à silex varie à chaque coup, ib.—*Armes à percussion, leur objet, 290.—*Armes de transition à platine transformée, ib.—*Description de la platine transformée, ib.—*Cheminée, utilité du chanfrein, ib.—*Force du ressort, 291.—*Capsules, avantages des fulminates sur les chlorates, ib.—*Réduction de la charge des armes portatives, 292.—*Inconvénients des armes à percussion sous le rapport du service, ib.—*Améliorations obtenues par la transformation des armes, ib.—*Fusil nouveau modèle, ib.—*Inclinaison du canal de lumière, ib.—*Culasse à bascule, ib.—*Fonctions diverses de la fausse culasse, 293.—*Visière, ib.—*Platine renversée, chaînette, doubles fonctions du ressort, noix, ib.—*Nombre des pièces de la nouvelle platine, 294.—*Supériorité du nouveau fusil sur l'ancien, ib.—*Tourne-cheminée, 295.—*Nouveau monte-ressort, ib.—Influence du métal de l'arme sur la vitesse du projectile et sur sa justesse, 296.—*Influence de l'échauffement du métal sur la portée, 297.—Angle de départ des projectiles, ib.—*Influence de la vibration du métal, ib.—*Chargement à balles forcées, ses inconvénients, 298.—*Chargement par la culasse, systèmes divers, leurs inconvénients, ib.—*Canons à rayures droites, objet du calepin, 299.—*Inconvénients de l'emploi du maillet, 300.—*Carabines à rayures droites, ib.—*Influence de l'allongement de l'âme sur la justesse, ib.

*Causes des déviations qui agissent pendant le trajet dans l'espace, 301.

a. *Action du vent sur le projectile, ib.—*Partie du trajet pendant laquelle le vent agit avec le plus d'énergie, ib.—*Circonstances qui modifient son action, ib.

b. *Rotation du projectile, ib.—*Tous les projectiles sont plus ou moins excentriques, ib.—*Conséquences de l'excentricité, ib.—*Preuves expérimentales du mouvement de rotation des projectiles, 302.—*Influence de la résistance de l'air sur le mouvement de rotation, ib.—L'explication théorique des effets de la rotation est inconnue, 303.—Sens de la déviation des projectiles, ib.—*Influence de la rotation sur la vitesse de translation, ib.—Influence de la grandeur de l'excentricité sur l'étendue et la régularité des déviations, ib.—Influence de la forme de la chambre sur la régularité de la rotation, 304.—Motifs de la plus grande justesse du tir de l'obusier long, ib.—*Moyens de s'opposer aux effets nuisibles de la rotation, ib.—*Axe de rotation qui annule son influence nuisible, ib.—*Il y a utilité d'accélérer le mouvement de rotation, ib.—*Rayures en hélice, ib.—*Carabines, 305.—*Armes de précision, ib.—*La déformation des balles de carabines est plus utile que nuisible à la justesse, ib.—*Preuves expérimentales de la stabilité de l'axe de rotation des balles de carabines, 306.—*Axe de plus grande stabilité, 306.—*Évaluation de la vitesse du mouvement de

rotation, ib.—*Inclinaison des hélices, ib.—*Relation entre la charge et l'inclinaison des hélices, ib.—*Influence de la charge sur la justesse du tir, 307.—*Relation entre la charge et la profondeur des rayures, ib.—*Inconvénients des fortes charges, ib.—*Moyens d'obtenir un tir plus rasant avec les carabines, ib.—*Longueur du canon, ib.—*Nombre des hélices, ib.—*Balles à ceinture, 308.—*Forme, profondeur et largeur des rayures, ib.—*Épaisseur du canon, ib.—*Réduction de la charge des carabines, ib.—*Parallèle entre le fusil et la carabine, 309.—*Fusil de rempart français modèles 1831 et 1840, ib.—*Influence du vent sur le tir des carabines, 310.—*Carabine Delvigne, sa destination, 311.—*La balle jouit du maximum de stabilité, ib.—*Inconvénients de cette arme, ib.—*Carabine Poncharra, son objet, ib.—*Ses avantages et ses inconvénients, 312.—*Description de la carabine du 1^{er} chasseurs à pied, ib.—*Longueur du canon et calibre, ib.—*Nombre et pas des rayures, leur profondeur, ib.—*Réduction du vent, ib.—*Culasse tonnerre, ib.—*Contenance de la chambre, ib.—*Hausse, 313.—*Le pas d'artillerie a été adopté pour la mesure des distances du tir des carabines, ib.—*Mode de réunion du canon à la monture, ib.—*Platine, ib.—*Baguette, garniture, ib.—*Charge et qualité de la poudre, cartouches, ib.—*Vitesse de la balle, 314.—*Comparaison de cette carabine avec le fusil, ib.—*Poids de l'arme, ib.—*Règles du tir, sa limite, ib.—*Carabine Thierry, modèle 1842, son objet, 315.—*Inconvénients de cette arme, sa charge, ib.—*Particularité à sa platine, ib.—*Inconvénients des cartouches spéciales, ib.—*Carabine à tige, ib.—*Description de la nouvelle carabine destinée au 1^{er} régiment de chasseurs, 316.—*Nombre et largeur variable des rayures, leur profondeur est constante, ib.—*Le calibre varie du tonnerre à la bouche, ib.—*Dimensions de la tige, ib.—*Charge et chargement, ib.—*Vide en arrière du projectile, ib.—*Baïonnette-sabre, ib.—*Hausse, tir, vitesse de la balle, ib.—*Inconvénients de la carabine à tige, 318.—Application des effets de l'excentricité à la rectification du tir des gros projectiles, ib.—Position à donner au centre de gravité pour obtenir une grande régularité dans les portées ou pour atteindre un but placé verticalement, 319.—Bombes à excentricité constante, ib.—Observations relatives à l'équilibrage, ib.—Placement du projectile dans une position constante, sabots et valets de papier, 320.—Ensabotage, ib.—Comparaison des sabots de papier et des sabots de bois, ib.

c. **Résistance de l'air*, 321.—*Loi de la résistance de l'air, ib.—Vitesse du boulet aux différentes distances de la bouche à feu, ib.—*La résistance de l'air a moins d'influence sur les gros projectiles, 322.—*Résistance de l'air dans le cas de petite vitesse, ib.—*Influence de la résistance de l'air et du calibre sur la justesse du tir, 323.—Relation entre les déviations et les portées, ib.—Écart des projectiles, ib.—*Recherches sur les moyens de diminuer la résistance de l'air, 324.—*Influence de la forme de la trajectoire sur les déviations, ib.—*Influence de la charge sur la justesse, ib.—*Les projectiles pour armes portatives peuvent être allongés, 325.—*Forme antérieure du solide de moindre résistance, ses dimensions, ib.—*Inconvénients d'un grand allongement des balles, ib.—*Balles cylindro-ogi-

vales, 326. — *Déviations des balles de carabine, inclinaisons des rayure, ib. — *On ne peut généralement pas allonger les projectiles de l'artillerie, ib. — Balles à tige, 327. — *Balles rotatives, ib.

**Influence de l'étendue, de l'éloignement et de la nature du but sur la probabilité du tir*, 328. — *Tir du fusil et de la carabine, ib. — Tir des mortiers, ib. — La chance d'atteindre avec les canons est, dans certaines limites, proportionnelle à l'étendue du but, ib. — Influence de l'étendue du but sur le tir à mitraille, ib. — *Bonne portée de fusil, 329. — *Influence de la distance du but sur la probabilité de toucher, ib. — Influence d'une erreur dans l'évaluation de la distance, ib. — *Influence de la mobilité et de la disposition du but, ib. — *Avantages des fortes charges et d'un tir rasant, ib.

**Influence de l'angle de tir sur la probabilité du tir*, 330. — Angle de tir qui donne les portées les plus régulières, ib. — Angle de tir des grenades et des pierriers, ib. — *Forme de la trajectoire des boulets, espace dangereux, ib. — Influence de la longueur de l'âme sur l'espace dangereux, ib. — Influence du relèvement du boulet sur l'espace dangereux, ib. — Influence de l'angle de tir sur l'effet de la mitraille, 331.

**Influence de la nature du sol sur la probabilité du tir*, ib. — *Effet de la nature du sol sur le tir du fusil et sur la portée des boulets roulants, ib. — Influence de la nature du sol sur l'effet produit, ib. — Appréciation de l'opinion des auteurs qui attribuent à la vallée la propriété d'attirer le boulet, 332.

**Influence de la variation de densité de l'air et du mouvement diurne du globe sur la probabilité d'atteindre*, ib. — *Action d'une atmosphère humide sur les portées, ib.

**Probabilités d'atteindre avec les armes à feu*, 333.

*Probabilités du tir du fusil d'infanterie aux différentes distances, ib. — *Chances de toucher avec la carabine Poncharra, 334. — *Chances de toucher avec la carabine à tige, ib. — *Probabilités du tir des mousquetons et pistolets, ib. — Probabilités d'atteindre un carré ou une traverse avec les bombes, 335. — Nombre de bombes nécessaires pour toucher une embrasure ou un merlon, ib. — Comparaison du tir à ricochet avec les bombes de 29 et les boulets de 18, ib. — Comparaison de l'efficacité du tir du pierrier et du mortier à boulet, ib. — Chance d'atteindre une embrasure avec les canons ou avec les obusiers, ib. — Probabilité d'atteindre avec le canon de 24 court, 336. — Probabilité d'atteindre à ricochet avec les canons et les obusiers, ib. — Chance d'atteindre une traverse ou un carré avec des obus, ib. — Probabilités du tir des canons à bombes, 337. — Probabilités de toucher de plein fouet le front d'infanterie ou de cavalerie avec les canons de campagne, ib. — Nombre de boulets qui atteignent un but étendu, ib. — Probabilités du tir des obusiers de campagne, ib. — Chance d'atteindre une traverse ou un carré avec les obusiers de campagne, ib. — Chance de toucher par un tir à ricochet avec l'obusier long, ib. — Probabilités du tir des boîtes à balles, 338. — Distance-limite en deçà de laquelle le tir à mitraille est préférable au tir à boulet, ib. — Chance d'atteindre les fronts d'infante-

rie et de cavalerie avec les shrapnels de 12 ou de 15, 338. — *Causes du peu de probabilité du tir à la guerre, ib.

**Temps nécessaire à l'exécution du tir, circonstances qui le font varier, 339.*

*Vitesse de tir du fusil, des mortiers, des pierriers et des canons, ib. — *Circonstances qui diminuent ou qui augmentent le nombre des ratés, 340. — *Nombre des ratés des fusils à silex et à percussion, ib. — Causes les plus ordinaires des ratés des canons de campagne, 341. — Étouppilles à friction, ib.

**Effets produits par les projectiles, 343.*

*Moyens d'apprécier les effets produits par les balles de plomb sur les corps animés, ib. — *Distance à laquelle les balles des armes portatives donnent encore la mort, ib. — *Influence de la vitesse d'arrivée des balles sur les effets produits, 344. — *Vitesse d'arrivée qui correspond à l'effet maximum, ib. — *Pénétration des balles dans les bois, les terres, la laine et les gabions, ib. — *Pénétration des balles de carabines, ib. — Pénétration des bombes dans le sol, ib. — Volume et dimensions de l'entonnoir, 345. — Effet des bombes dans les épaulements, les merlons et les embrasures, sur les voûtes, les blindages, les plates-formes et les vaisseaux, ib. — Effet d'explosion sur les hommes, nombre et portée des éclats, ib. — Effet des grenades, 346. — Circonstances qui font varier les effets produits, par les boulets, dans les milieux résistants, ib. — Pénétration dans les terres, ib. — Accroissement de la profondeur de pénétration qui correspond à une augmentation de la charge, 347. — Forme de l'entonnoir, ib. — Pénétration des boulets dans les bois, leurs effets, ib. — Influence de la vitesse d'arrivée sur l'effet produit dans les bois, ib. — Essences de bois que l'on doit préférer pour les blindages, ib. — Pénétration dans les gabions farcis, dans l'eau de rivière, dans les rochers et dans la maçonnerie, ib. — Forme de l'entonnoir, 348. — Nombre de boulets nécessaires pour ouvrir brèche dans les revêtements, ib. — Rupture des projectiles, 349. — Obliquité du tir, ib. — Pénétration des boulets dans le plomb, le fer et la fonte, ib. — *Effet des boulets sur les corps animés, ib. — Comparaison des effets des boulets à ceux de la mitraille, 350. — Circonstances qui influent sur la pénétration des obus, ib. — Effet des obus dans les embrasures, les bois et les vaisseaux, ib. — *Effet d'explosion des obus dans les terres et dans les rangs de l'infanterie, ib. — Pénétration des grenades, nombre des éclats, 351. — Sphère lumineuse des balles à éclairer, durée de leur combustion, ib. — *Effets de la mitraille, ib. — *Distance correspondant à l'effet maximum, 352.

**Distance à laquelle les projectiles peuvent encore produire de l'effet, ib.*

*Distance-limite passé laquelle la balle du fusil est sans effet utile, ib. — Portée maximum des bombes, des balles à feu et à éclairer, ib. — Distance-limite de l'effet des boulets, 353. — Augmentation des portées suivant le calibre, ib. — Portée maximum des obusiers, ib. — Bonne distance du tir à mitraille, ib. — Distance maximum du tir des shrapnels, 354. — **Conclusion, ib.*

LIVRE V. ÉQUIPAGES D'ARTILLERIE.

CHAPITRE 1^{er}.

VOITURES.

*Motifs de l'adoption des voitures pour le transport du matériel de guerre, 355. — *Composition générale des voitures, ib. — *Utilité des roues, 356.

Principes de construction des voitures à deux roues, ib. — Conditions et composition générale, ib. — Hypothèses nécessaires pour la solution analytique de la question des voitures, ib. — Le centre de gravité du système doit être placé en avant de l'essieu, 357. — Résistance à vaincre par le moteur pour entretenir le mouvement, ib. — Génératrice de contact de la fusée d'essieu dans le moyeu, ib. — Évaluation du frottement de glissement de l'essieu, 358. — Évaluation du frottement de roulement de la roue sur le sol, 359. — Formule de Coulomb, ib. — Détermination du coefficient du frottement de roulement dans le cas d'un sol pénétrable, ib. — Influence de la largeur des bandes de roue, 360. — Détermination du coefficient du frottement de roulement sur un terrain parsemé d'obstacles, ib. — Influence d'un terrain glissant, ib. — Circonstances dans lesquelles le transport à dos est préférable, 361. — Évaluation de l'effort de traction nécessaire pour gravir une pente avec la voiture, ib. — Modifications à introduire dans les équations pour les rendre applicables au cas d'une descente, 362. — Circonstances dans lesquelles le moteur devra retenir la voiture ; quand il ne devra pas tirer, ib. — Valeur de l'effort de traction en terrain horizontal, 363. — Observation relative à l'estimation de l'effort de traction d'un attelage formé de plusieurs chevaux placés en file ou de deux chevaux disposés de front, ib. — Influence de la suspension du corps de voiture, ib. — Rôle des ressorts, ib. — Avantages des grandes roues pour la facilité du tirage, 364. — Inconvénients des petites roues. ib. — Propriété des grandes roues, ib. — Puissance d'une roue, son évaluation et sa valeur maximum, ib.

Avantages des grandes roues pour la conservation des routes, 365. — Limite de la grandeur du rayon des roues, 366. — Les grandes roues sont désavantageuses dans les descentes, ib. — Poids maximum des roues, ib. — Détermination du rayon le plus convenable à donner aux roues d'une voiture assujettie à circuler sur un terrain connu, ib. — La hauteur du centre de gravité au-dessus du sol est indifférente en terrain horizontal, 367. — Distance du centre de gravité à l'essieu, ib. — Distance de l'essieu à la ligne de traction, 368. — Relation entre l'inclinaison de l'effort de traction et la nature du terrain, ib. — Avantages du transport en traîneau, ib. — Angle de traction le plus favorable, ib. — Influence d'une montée ou d'une descente sur la fatigue du moteur, 369. — La pression à dos atteint son maximum quand on descend une rampe, ib. — Pression latérale sur le limonier, ib. — Voie des voitures d'artillerie, 370. — Tourrant, ib. — Ce que l'on entend par un grand tournant, ib. — Inconvénients d'un petit tournant, ib. — Nature des courbes décrites par les roues pendant

les changements de direction, 370. — Centre de rotation du système, ib. — Rayon du tournant, sa définition, ib. — Circonstances dans lesquelles on peut exécuter un demi-tour dans un plus petit espace que celui marqué par la circonférence décrite avec le rayon du tournant, 371. — Expression du rayon du tournant quand une des roues sert de pivot, ib. — Rayon du tournant minimum, ib. — Mode d'enrayage, ib. — Conditions d'un bon système d'enrayement, ib. — Circonstances qui peuvent obliger d'enrayer sur de faibles pentes, 372. — Mode d'action de l'attelage dans les descentes, ib. — Meilleur mode d'enrayage, ib. — Essieu, sa longueur, ib. — Motif de l'adoption du métal pour la fabrication des essieux, ib. — Avantages des essieux de fer sur ceux de bois, ib. — Forme de la section du corps de l'essieu en ses différents points, 373. — Justification de son tracé, ib. — Fusées tronçonniques, leur supériorité, ib. — Pourquoi l'on a incliné l'axe des fusées, ib. — Jeu des fusées dans le moyeu, 374. — Ce que l'on entend par mettre un essieu à la voie, ib. — Inclinaison de l'axe de la fusée, ib. — Longueur de la fusée, ib.

Règles de construction des roues, ib. — Matériaux employés à la fabrication, ib. — Il faut donner de l'élasticité aux roues, ib. — Écuaneur, sa définition, 375. — Utilité de la pente des rais, ib. — Relation entre la grandeur de l'écuaneur et la vitesse de la marche, ib. — Inconvénients de l'écuaneur, ib. — Intensité de la force qui tend à rompre le rais vers sa patte, 376. — L'inclinaison des fusées corrige en partie les inconvénients de l'écuaneur, ib. — Angle de pente des rais et grandeur de l'écuaneur en Belgique, ib. — Sens de l'inclinaison des rais, quand le centre de gravité est situé en dessous de l'essieu, ib. — La couronne ne peut être d'une seule pièce, ib. — Les cercles de roue sont plus avantageux que les bandes, 377. — Largeur des jantes, ib. — Largeur du cercle dans les voitures des différents services, ib. — Influence de la largeur du cercle sur la fatigue du moteur et la conservation des routes, ib. — Largeur maximum du cercle, son épaisseur, ib. — Surface externe du cercle, ib. — Mode de réunion des jantes et forme de leur section, 378. — Tracé des roues, leur section, ib. — Ce que l'on entend par châtrer une roue, inconvénients de cette opération, 379. — Motif de l'adoption de la fonte pour la fabrication des moyeux, ib. — Longueur des moyeux, ib.

Principes de construction des voitures à quatre roues, 380. — Les voitures à quatre roues sont d'un emploi plus avantageux que celles à deux roues, ib. — Conditions et composition générale des voitures à quatre roues, ib. — Il y en a de deux espèces, 384. — Le centre de gravité doit être placé entre les deux essieux, 385. — Il faut disposer le centre de gravité de l'avant-train en avant de l'essieu, ib. — Évaluation de l'effort de traction nécessaire pour entretenir le mouvement d'une voiture à quatre roues, et détermination de la fatigue du moteur, ib. — Effort de traction déduit de l'expérience, 388. — Charge maximum de chaque train, ib. — Discussions sur l'utilité d'un grand nombre de roues, ib. — Il est avantageux de donner aux deux trains des roues de même dimension, 389. — On doit faciliter le travail des roues d'avant-train, ib. — Observations relatives aux dimensions des voitures qui influent d'une manière différente sur les

deux trains, 390. — Répartition de la charge sur les deux essieux, ib. — Placement du centre de gravité de la charge totale, 391. — Disposition du centre de gravité particulier de l'arrière-train, ib. — Distance du centre de gravité de l'avant-train dans les voitures à contre-appui et à support, ib. — Poids maximum du timon, 392. — La hauteur du point d'articulation des deux trains est sans influence sur la fatigue du moteur dans les voitures à contre-appui, ib. — En exhaussant le crochet-cheville ouvrière des voitures à support, on augmente la charge de l'essieu de devant et l'on diminue celle des chevaux, ib. — Distance de l'articulation des trains à l'essieu de devant, ib. — Distance maximum des essieux, ib. — Influence de l'éloignement des essieux sur la fatigue du moteur, ib. — Distance minimum des essieux, ib. — Angle le plus favorable à la traction, 393. — L'inclinaison de la traction dépend de la hauteur des roues de l'avant-train, 394. — Influence de la distance du point d'application de l'effort de traction à l'essieu de devant, ib. — Oscillations du timon, comment elles se produisent dans les deux espèces de voitures, ib. — Obstacles opposés aux oscillations, 395. — Moyen de diminuer les ballottements du timon et de lui donner de la stabilité, 396. — Poids du système, ib. — Indépendance des trains, ib. — Nature des courbes décrites par les roues pendant les changements de direction, 397. — Centre de rotation, ib. — Angle du tournant, sa définition, il est limité ou illimité, ib. — Rayon du tournant, son expression, ib. — Dimensions d'une voiture qui influent sur la grandeur du rayon du tournant, 398. — On ne peut augmenter indéfiniment l'éloignement du point d'articulation, sa limite, ib. — Valeur du sinus de l'angle du tournant en fonction de la distance du point d'articulation à l'essieu de devant, ib. — Angle du tournant maximum, 399. — Les voitures à deux roues ont un plus grand tournant que celles à quatre, ib. — Angle du tournant indispensable aux voitures à quatre roues, ib. — Influence du mode de construction du corps de voiture sur la grandeur de l'angle du tournant, 400. — Conditions du mode d'enrayement des voitures à quatre roues, ib. — Moyen d'éviter les accidents, ib. — Comment on parvient à donner de la solidité et de la légèreté aux voitures, 401. — Jeu nécessaire au timon, sa détermination, ib. — Règles à observer quand on construit des voitures à quatre roues, 402.

**Moteur employé dans l'artillerie, 403. — *Il y a deux manières d'utiliser le cheval, ib. — *Effort de traction, sa définition, 404. — *Le cheval est plutôt fait pour traîner un fardeau que pour le porter, ib. — Point d'appui nécessaire à la traction, ib. — Quand il peut être utile de monter un cheval de trait, ib. — Position du cheval lorsqu'il développe un grand effort de traction, ib. — *Poids du fardeau que peut traîner un cheval en marchant au pas, 405. — *Chargement des chevaux de somme, ib. — Effort de traction sans à-coup et par un coup de collier, ib. — Influence du poids de l'animal sur la traction, ib. — Choix des chevaux propres à l'attelage, ib. — Procédés employés pour mesurer l'effort de traction, ib. — Effort continu du cheval de trait, ib. — Rapport de son effort au poids du fardeau qu'il peut transporter, 406. — Valeur de ce rapport au trot, ib. — Rapport entre le poids que transportent un cheval de trait et un cheval de somme, ib. — Il est plus avantageux de faire cheminer les attelages au pas, ib. — Vitesse de la mar-*

che, 407. — Quantité d'action journalière du cheval de trait, ib. — Nombre d'hommes nécessaire pour développer en un jour la quantité d'action d'un cheval de trait, ib. — Travail journalier du cheval, ib. — Nombre d'hommes nécessaire pour exécuter le travail d'un cheval de somme, ib. — Angle le plus favorable à la traction d'un cheval libre ou monté, ib. — Charge des épaules de l'animal, 408. — Ce que l'on entend par un attelage, ib. — Les attelages par couple sont plus avantageux, ib. — Influence du transport à dos exécuté par le cheval porteur, ib. — Nécessités de diviser les attelages en trois classes, 409. — Considérations relatives à la détermination du nombre de chevaux des attelages, ib. — Le cheval de trait développe d'autant moins de force utile à la traction que l'attelage est plus nombreux, ib. — Sous le rapport de l'économie des chevaux, il est avantageux d'employer des voitures à deux roues, ib. — L'artillerie ne peut adopter les attelages de deux, 410. — Conditions d'un bon mode d'attelage, ib. — Impossibilité d'établir un attelage parfait, 411.

CHAPITRE II.

ÉQUIPAGE DE SIÈGE.

Premiers équipages d'artillerie, 412. — Toutes les voitures doivent être, autant que possible, du même poids, 413. — Les voitures de siège se rangent en deux catégories, ib. —

Voitures pour le transport des bouches à feu, 414.

Conditions des voitures destinées au transport des bouches à feu, ib. — Utilité d'un second encastrement des tourillons aux affûts de siège, ib. — Les voitures à contre-appui conviennent à ce service, ib. — Voitures diverses dont se composent les équipages de siège, ib. —

**Avant-train de siège, 415.* — Description et nomenclature de l'avant-train de siège, ib. — Points de vue divers sous lesquels il faut examiner les voitures des équipages de siège pour les apprécier, 417. — Angle du tournant, 418. — Le mode d'enrayage est vicieux, ib. — Observations relatives à la manière d'enrayer, 420. — Poids de l'avant-train, ib. — Poids total de la voiture, 421. — Appréciation de la voiture au point de vue de la marche des convois et de l'armement des première ou seconde batteries, ib. — Manœuvres de force obligatoires avec les affûts de siège, ib. — Avantages du nouveau matériel sur l'ancien, 422. — Attelages, ib. — Nombre de chevaux qu'ils comportent, ib. — Description et nomenclature raisonnée du harnachement, 423. — Traits doubles, ib. — Utilité des palonniers, 424. — Colliers, 425. — Inclinaison des longues de trait, 427. — Selles, sellettes, leurs fonctions, ib. — Brides, 430. — Pièces du harnachement destinées à faire reculer la voiture, 433. — Examen, longueur des traits, 434.

**Avant-train d'obusier de siège, 437.* — Description et nomenclature raisonnée de l'avant-train de siège système Gribauval, ib. — Dans cette voiture, on a sacrifié le tirage au tournant, 438. — Le timon manque de stabilité, 439. — Poids de l'avant-train et de tout le système, ib. — Examen critique, ib.

**Chariot à canons ou porte-corps, sa destination actuelle, ib.* — Description

tion et nomenclature raisonnée du chariot à canons, 439. — Dimensions des roues, voie, 441. — Môle de support de la bouche à feu sur le chariot, ib. — Angle de tournant, 442. — Agrès nécessaires à la manœuvre, nombre d'hommes, ib. — Idée de la manœuvre, ib.

**Chariot à mortier*, ib. — *Description et nomenclature raisonnée du chariot à mortier, 443. — Agrès nécessaires à la manœuvre, nombre d'hommes, ib. — Attelages, système à l'allemande, ib. — Jeu du timon, 444. — Avantage de ce mode d'attelage, ib.

Voitures pour le transport des approvisionnements, ib.

Conditions à réunir dans les voitures pour le transport des approvisionnements, elles sont de deux espèces, ib.

**Charrettes de siège*, conditions nécessaires, 445. — *Description et nomenclature raisonnée de la charrette de siège, ib. — Pression du limonier résultant du mode d'application de la force motrice, ib. — Inconvénients des limons, ib. — Comment on obvie à l'absence de moyens d'enrayage, ib. — Attelages à dossière, ib. — Disposition du porteur, 446. — Idée générale d'un équipage de siège, ib. — *Personnel, 448.

CHAPITRE III.

VOITURES DU MATÉRIEL DES PLACES.

Utilité des voitures dans les places, 450. — Conditions qu'elles doivent remplir, ib. — On ne peut pas toujours employer l'affût de place-côte pour amener les canons sur les remparts, ib.

**Triqueballe*, circonstances de son emploi, 451. — Conditions à réunir dans cette voiture, ib. — Deux modèles en usage, destination, rayon des roues, ib. — *Description et nomenclature raisonnée du triqueballe, ib. — Pente des rais de ses roues, 452. — Emploi de la machine, sa manœuvre, ib. — Nombre d'hommes nécessaire pour la manœuvre et pour la conduite d'un canon de 24, 453. — Dangers de la manœuvre, ib. — Le centre de gravité du fardeau doit être placé près de l'essieu, 454. — Il est difficile de franchir les passages étroits, ib. — Tournant, ib.

**Diable*, sa destination, 455. — *Description et composition, ib. — Tournant, ib. — Mode d'application de l'effort de traction, ib. — *Notions générales sur l'armement des places de guerre, ib. — *Personnel, 457.

CHAPITRE IV.

ÉQUIPAGE DE CAMPAGNE.

Date de la création de l'artillerie de campagne et de l'artillerie à cheval, 459. — L'équipage de campagne emploie des voitures de deux espèces, ib.

**Voitures des batteries*, 460.

Leur destination, et conditions qu'elles doivent réunir, leur poids maximum, ib.

Voitures de la première ligne des batteries, ib. — Les voitures des batteries doivent être à support, ib.

**Avant-train de campagne*, ib. — Conditions des affûts considérés comme voiture, ib. — *Descriptions et nomenclature raisonnée des avant-

trains de campagne, 462. — Poids maximum de l'avant-train, ib. — *Prolonge, 464. — Coffre à munitions, conditions, 465. — Dispositions des munitions dans les différents avant-trains, ib. — Examen critique, 468. — Le poids du fardeau est convenablement réparti sur les deux trains, ib. — Hauteur du point d'attache des traits, ib. — Il se produit des chocs pendant la marche sur un sol raboteux, ib. — Angle du tournant, 469. — Charge des chevaux de timon, ib. — Stabilité du timon, ib. — Un seul encastrement des tourillons suffit, ib. — Mise en batterie, poids de la crosse, ib. — La mise en bataille est plus pénible, 470. — Chargement des coffres d'avant-train, ib. — Conservation des munitions, 471. — Transport des servants, des fourrages, ib. — L'usage de la prolonge doit être réservé pour les cas exceptionnels, 472. — Pourquoi l'on a donné des demi-essieux aux avant-trains, 473. — Détermination du nombre de chevaux de l'attelage des affûts de campagne, ib. — Mode de harnachement, 474. — Support du timon, ses inconvénients, ib. — Harnachement des chevaux de selle, 475. — Filet, 478. — Bricole, usage, 479.

**Voitures de la deuxième ligne ou de la réserve des batteries, 480.*

**Caissons*, destination, conditions qu'ils doivent réunir, ib. — On doit donner aux caissons le même avant-train qu'aux affûts, ib. — Différents numéros de caissons, 481. — *Chargement et disposition des coffres d'avant-train des caissons d'infanterie et de cavalerie, ib. — Description et nomenclature raisonnée de l'arrière-train des caissons, 482. — Demi-essieu, ib. — Mode de support du timon de réserve, du cric, etc., 483. — Transport de la roue de rechange, ib. — Suspension des seaux, de la prolonge, des marmites et bidons, 484. — Coffre d'arrière-train, ib. — Application des outils à pionnier, 485. — Mobilité des caissons, ib. — Ils ont un plus grand tournant que les affûts, ib. — Poids des caissons, ib. — Disposition de la charge de l'arrière-train, 486. — Quand le coffre d'arrière-train est vide, les chevaux de timon fatiguent davantage; prescriptions relatives à l'enlèvement des munitions, ib. — Chargement du coffre d'arrière-train, des caissons pour bouches à feu, ib. — *Contenance du coffre d'arrière-train des caissons d'infanterie et de cavalerie, 487. — Nombre de caissons nécessaire à l'approvisionnement des bouches à feu, ib. — Dispositions des fourrages, ib. — Longueur de la voiture, 488.

**Chariot de batterie*, destination, conditions nécessaires, ib. — L'avant-train diffère peu des précédents, ib. — Description et nomenclature raisonnée de l'arrière-train, 489. — Chargement de la caisse d'arrière-train, 493. — Description des coffres, leur contenu, ib. — Objets transportés à l'extérieur du chariot, 494. — Le poids du timon est considérable dans cette voiture, 495. — Modifications apportées au chariot pour le rendre propre au transport des coffres d'officier, ib.

**Forge de campagne*, destination, conditions, 496. — Description et nomenclature raisonnée de la forge de campagne, ib. — Chargement du coffre d'avant-train, ib. — L'arrière-train a, comme les affûts, un essieu entier, ib. — Soufflet, 499. — Coffre du maréchal, description, chargement, 501. — Double-servante, 502. — Poids de la voiture, mobilité, tournant, 503. — Travail à la forge, fer d'embattage des roues, ib. — Force des attelages des voitures de la réserve, 504.

**Voitures des parcs, 504.*

Utilité des parcs de réserve, 505. — *Nombre de caissons de cavalerie et d'infanterie adjoints aux batteries, ib. — Composition du parc de réserve, 506. — Chargement des chariots de batterie attachés aux parcs, ib. — Chargement des forges de parc, ib.

**Chariot de parc ou prolonge*, destination, conditions, ib. — *Description et nomenclature raisonnée de la prolonge, 507. — Facilité de chargement et de déchargement, 509. — Diamètre des roues, tirage, tournant, ib. — Dimensions du coffre, 510. — Nombre des chevaux de l'attelage, ib. — Mode d'attelage, ib.

Signalement et numérotage du matériel, 511. — *Données relatives aux équipages de campagne, 514. — *Personnel, 515.

FIN DE LA TABLE.

